أصول وتطبيق
الجغرافيا الطبيعية للأراضى الجافة
(مع تطبيقات سعودية)
الأستاذ الدكتور
جودة فتحى التركمانى
أستاذ الجغرافيا الطبيعية
كلية الآداب - جامعة القاهرة
دار الثقافة العربية
القاهرة ٢٠١١

أصول وتطبيق

الجغرافيا الطبيعية للأراضى الجافة

(مع تطبيقات سعودية)

الأستاذ الدكتور

جودة فتحى التركمانى

أستاذ الجغرافيا الطبيعية

كلية الآداب - جامعة القاهرة

دار الثقافة العربية

القاهرة ٢٠١١

رقم الإيداع
١٩٧٣٨- ٢٠١٠
الدولى : 977-222-318-X

دار الثقافة العربية
٢٠١٠

مقدمة

يُعتبر كتاب جغرافية الأراضى الجافة والتصحر الذى تم تأليفه فى بداية الألفية الثالثة نواة هذا الكتاب الذى تم الانتهاء من إعداده فى نهاية العقد الأول من الألفية الثالثة، حيث تم التركيز على الأراضى الجافة – ومن مختلف الجوانب الجغرافية الطبيعية.

وقد تمت المعالجة للموضوعات باستخدام المنهج الموضوعى حيث تناول العناصر وخصائصها وتوزيعها واختلافاتها بين البيئات الداخلية والبيئات الساحلية، وفى كل قارة على حدة. كما استخدم المنهج التحليلى من خلال تطبيقات على بعض الدول الممثلة لأنواع وحالات الجفاف، والانتهاء بالتصنيف والتقسيم. وقد تمت التطبيقات على بعض المحطات الممثلة ولذلك استخدام الأسلوب الكمى، والأسلوب المقارن، إضافة إلى الأسلوب الوصفى. مع مراعاة أن هناك تطبيقات على البيئة السعودية لحالات كثيرة تضمنها الكتاب فى موضوعاته المختلفة.

لهذا تميز الكتاب بأنه حديث ومعاصر، وبياناته وصلت حتى عام ٢٠٠٩ و٢٠١٠، ومراجعه حتى عام ٢٠١٠، إضافة إلى استخدامه جانبان: الأول الأسلوب الخرائطى التى يتم عرض الخاصية أو الظاهرة الجغرافية من خلالها ولذا تضمن الكتاب نحو ٩٧ شكلاً وخريطة، بعضها تم تحليلها بالكمبيوتر، والجانب الثانى أنه ركز على التطبيقات على المملكة العربية السعودية إضافة إلى عرض التطبيقات على بعض الدول الممثلة لكل قارة على حدة.

وقد تم عرض محتوى الكتاب فى طبعته الأولى فى اثنا عشر فصلاً، جاءت فى ٤٠٢ صفحة وتضمن ٤٥ جدولاً، ١٩٠ مرجعاً باللغتين العربية والإنجليزية إضافة إلى المصادر الخرائطية وتم عرض المصادر الخرائطية التى اعتمد عليها المؤلف لإعداد الخرائط والأشكال، ونحو ٦ مواقع على الشبكة العنكبوتية للحصول على بعض البيانات التى تطلبتها المادة العلمية لإعداد الكتاب.

وأخيراً أتمنى أن يكون الكتاب قد غطى الجوانب المختلفة وحقق الهدف المطلوب.

المؤلف

الفصل الأول

الأراضى الجافة
التعريفات والأسباب

الأراضى الجافة : التعريفات والأسباب

أولاً الكشف الجغرافى للمناطق الجافة :

اختلفت فترات الكشف الجغرافى للمناطق الجافة خاصة الصحارى منها من قارة لأخرى ومن إقليم لآخر متأثرة فى ذلك بمدى وفرة وسائل الحركة داخل هذه الأراضى المجهولة، ومدى احتماليات الأخطار التى يمكن أن تواجهها الرحلات الفردية أو البعثات الجماعية التى تقوم بهذه المهمة.

ففى **القارة الأفريقية** نجد أن الصحراء الغربية فى مصر والصحراء الليبية بشكل عام قد زارتها بعثة رولف الألمانية Rohlfs فى عام ١٨٧٥ لدراسة الواحات بها خاصة المياه الجوفية، وجهود جوست Guest عام ١٩٠٠ فى وصف الطرق ووصف البيئة فى هذه الواحات، واضافات بيدنل فيما بين عام ١٩٠٨-١٩٠٩ فى معرفة مصادر المياه الجوفية فى الصحراء الغربية، وظل هذا الجزء مجالا لاهتمام العلماء وذلك لسبر أغوار حقائقه العلمية من أمثال هاردنج كنج منذ ١٩١٢ الذى اهتم بالكثبان الرملية منذ عام ١٩١٣، ومون منذ ١٩٢٤، وبول منذ ١٩٢٧، وكمال الدين حسين، وباجنولد (١٩٢٩) فى الثلاثينيات من القرن العشرين، وأسفرت كل هذه الرحلات عن الوصول إلى منطقة جبل العوينات جنوب غرب مصر وشمال السودان، بما فيها رحلة شاو Kennedy Shaw عام ١٩٣٦ جنوبى الصحراء الليبية، ووصول بيل إلى سكان التبو وسط الصحراء الكبرى عام ١٩٤٢، ووصف رايت J.W. Wright عام ١٩٤٥ عمليات النقل وطرق التجارة بين وسط الصحراء الليبية ووادى النيل فى القطاع الجنوبى له عند أسوان، وقد وصل عدد الرحلات إلى العوينات بين ١٩٢٤- ١٩٧٦ نحو ١٣ رحلة وبعثة علمية أى بنحو رحلة كل ٤ سنوات، بالإضافة إلى رحلة كوم Kumm عام ١٩١١ بالإقليم السودانى من الغرب إلى الشرق كما فى شكل (١).

أمريكا الشمالية : قام كينو Kino, F.E. عام ١٦٩٩ بتسجيل أول رحلة للمنطقة الصحراوية بين المكسيك وكندا شمال شرق خليج كاليفورنيا غربى أمريكا الشمالية

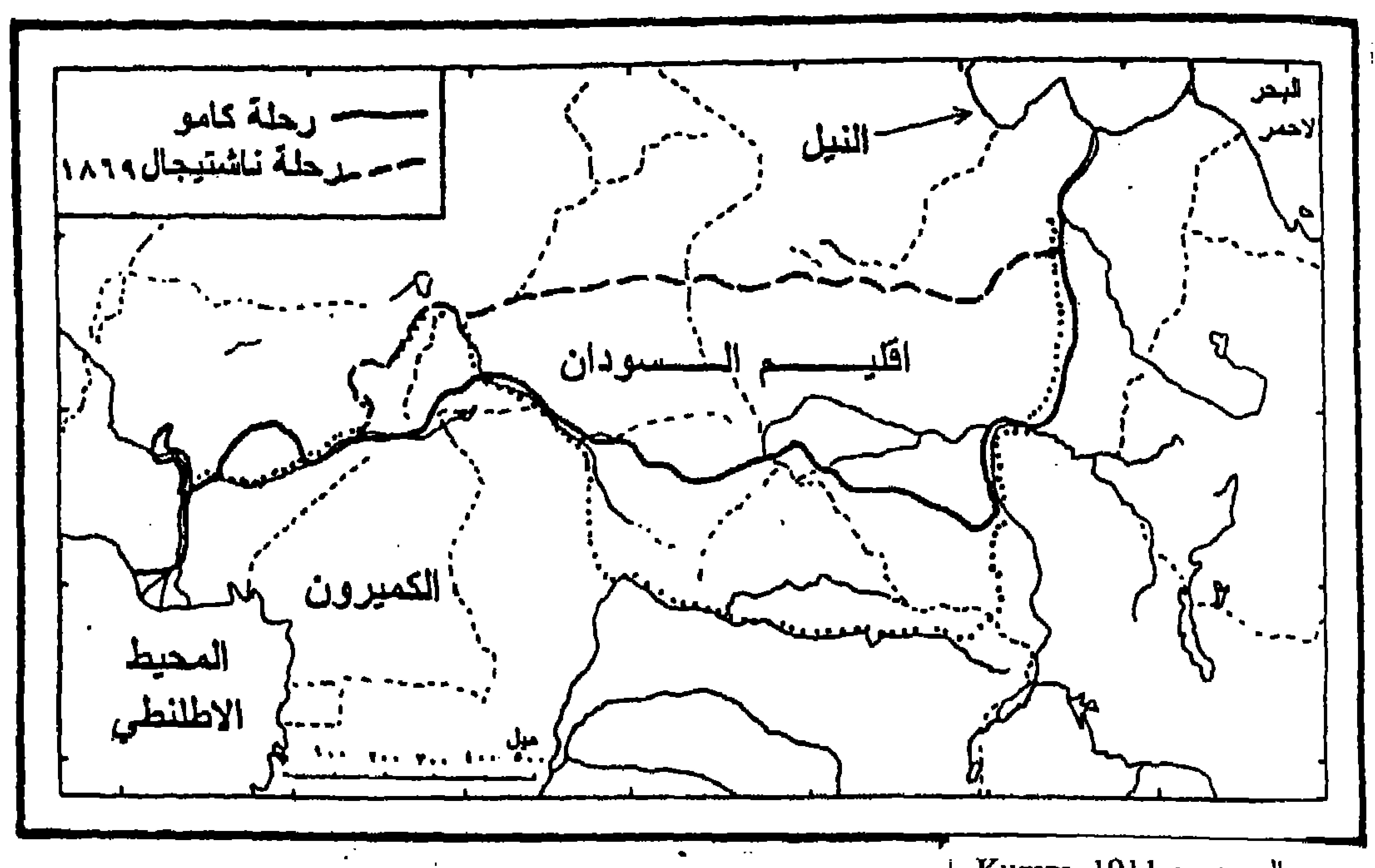
وقد اكتشف جاكسون W.H.Jackson الإقليم الجاف غربى الولايات المتحدة عام ١٨٧٥، ثم توالت الكشوف بعد ذلك حيث أتم لاروى La Rue رحلته عام ١٩٢٥ للتعرف على الملامح التضاريسية الدقيقة (Bryañ & Rue, 1927, p.252)

وقد نفذ معمل الصحراء فى معهد كارنيجى Carnegie بواشنطن رحلة علمية إلى توسكا جنوب غرب الولايات المتحدة عام ١٩٠٣ بصحراء أريزونا لدراسة المشكلات الفسيولوجية للنبات فى هذا الإقليم الجاف وتوضيح بعض الأحوال الطبيعية والأحيائية السائدة فى هذا المناطق الجافة (Macdougal, 1912, pp.450-456) ، وفى المكسيك زار الأستاذ ماكجى McGee صحراء المكسيك عام ١٩٢٥ وسجل أحوالها الطبيعية والبشرية، ووصل حتى رأس خليج كاليفورنيا (Sykes, 1927, pp. 68-70).

أستراليا : يعتبر ستروت Strut أول من توغل فى صحراء استراليا – خاصة صحراء سمبسون وكان ذلك فى عام ١٨٤٥ وسجل اتجاهات الحافات الرملية هناك. أما واربورتون Warburton فهو أول من قام بالعبور من وسط استراليا إلى غرب استراليا، وأول من حدد الحافات الرملية هناك (Madigan, 1936, p.211 & 221)

وقام بعده ويلز Wells عام ١٨٩٦ برحلته وسجل محاور واتجاهات الحافات الرملية باستراليا، وعبر الرحالة شاب Chapp الصحراء الاسترالية أيضاً من الغرب إلى الشرق عام ١٨٩٧ وعرفت منذ ذلك الوقت بأنه قد تم عبورها ٦ مرات (Clapp, 1926). وقد توالت البعثات فى أوائل القرن العشرين إلى مناطق الجبال والوديان فى البيئة الجافة خاصة من قبل الهواة والمغامرين.

وهكذا يتضح أن التطورات التكنولوجية خلال ١٥٠-٢٠٠ سنة الماضية قد نتج عنها سرعة الكشف عن الصحارى الموزعة فى العالم، لأغراض عديدة منها الزراعة واستخراج المعادن خاصة الذهب والفضة والماس والتنمية ولأغراض السياحة بالإضافة على الأغراض العسكرية (Tivy, 1993, p.224). وقد أصبحت الصحارى الآن تقام عليها سباقات رالى سواء من شمال مصر حتى العوينات أو



المصدر : Kumm, 1911

رحلات الاستكشاف لجنوب الصحراء فى أفريقيا

شكل (١)

فى الصحراء الجزائرية ووصولاً إلى داكار غرب أفريقيا، أو تلك التى تقام فى شبه جزيرة قطر وكلها ترتبط بالكثبان الرملية فى الأراضى الجافة والقاحلة إضافة إلى سياحة السفارى، ومن هنا أصبحت مثل هذه البيئات يرتادها الكثير من الرياضيين وعدد كبير من السكان بغرض السياحة والترفية.

ثانياً : تعريفات الجفاف :

يعتبر الجفاف من الظاهرات الجغرافية التى لفتت الأنظار منذ أوائل القرن العشرين، ولذلك اهتم بها الكثير من حيث التعرف عليها، وعلى أسبابها، وعلى مدى انتشارها المكانى، والنتائج والآثار التى تترتب على حدوثها. ولهذا توجهت الأنظار نحو تعريف ظاهرة الجفاف، وتعريف الإقليم الجاف وخصائصه.

ويجب أن نفرق بين مفهومين، الأول هـو الأرض القاحلـة arid والأرض الجافة dry أو بين القحولة aridity والجفاف drought لأن الكلمتـان مختلفتـان . فالاراضى القاحلة عرفها لاهويرو أو ما يعرف بالنطاقات القاحلةArid zones بأنها تلك المناطق التى يقل تساقط المطر السنوى بها عن ٤٠٠ ملليمتر، وتوجـد فـى نصف الكرة الشمالى والجنوبى على جانبى المناطق المدارية، وتشغل مساحة كبيرة من سطح الكرة الأرضية تصل إلى نحـو $\frac{١}{٣}$ مـساحتها (Le Houérou, 1992, p.184)

وقد ظل مفهوم الجفاف على أنه عبارة تعبير مقابل لفظ arid حتى منتـصف الثمانينات من القرن العشرين، حينما تم التدقيق بين مفهومين أساسـيين فـى هـذه العملية وهما arid and drought فقد عرف برنامج اليونيب UNEP الأراضى الجافة dryland بأنها تلك الأراضى التى تشمل : الأراضى شبه القاحلة والأراضى القاحلة، والمناطق المدارية شبه المطيرة، وهى الآن تقع تحت الـضغط بـسبب الاسـتخدام البشرى بدرجة لم يسبق لها مثيل فى التاريخ. ويُشير خبراء الأمم المتحدة بأن النمو السكانى والحيوانى المتزايد بمرور الزمن يؤدى إلى حدوث الجفاف drought، وقـد ينتج أيضاً عن الممارسة السيئة وسوء استخدام الأرض فى مناطق كثيـرة بحيـث أصبح نحو ٧٥% من كل الأراضى المنتجة فى المناطق القاحلة أراضى متـصحرة الآن، ويمتد فيها مظهر التصحر بمساحة كبيـرة نـسبياً (Karrar & Stiles 1984, p.309)

وفى عام ١٩٩٢ بدأ لاهويرو فى تحديد مفهوم الأراضى الجافة dry واعتبـر أنها المناطق التى يظهر فيها عجز فى كمية المطر السنوى قياسا على المتوسط العام أو سنة القياس وينتج عن العجز المطرى انخفاض الإنتاج الزراعى (Le Houérou, 1992, p.187)

وجاء سمث (Smith 2001) بتعريف مميز للجفاف وقال بأنه فترة جافة، غير عادية، ينتج عنها نقص فى المياه، ونقص فى المطر، ويتسبب هذا الـنقص فـى حدوث نقص فى مياه التربة، وفى مياه الأنهار، وفى البحيرات أمام السدود، وقـد

ينتج عن ذلك حدوث كارثة. من هذا المنطلق بدأ سمث فى توضيح الفارق بين المفاهيم : الأرض القاحلة arid والأرض الجافة dry. فالإنسان فى ممارسة أنشطته يتكيف حسب الرطوبة المتوقعة. فإذا كان هناك منطقة يسقط بها ٢٠٠ ملليمتر فإن هذه الكمية يمكنها أن توجد مراعى وأعشاب فى البيئة شبه الصحراوية. أما إذا كان هناك نوع من ممارسة الزراعة الجافة فإن زراعة محصول من نوع القمح مثلا يحتاج نحو ٥٠٠ ملليمتر/ السنة، ولذا فإنه سوف تكون هناك كارثة وأخطار ناتجة عن الجفاف.

فالجفاف الناتج عن المطر لا يظهر فقط فى البيئات الصحراوية وشبه الصحراوية، وإنما أيضا يظهر الجفاف ويحدث فى البيئات الغزيرة المطر إذا قل المطر عن المعتاد بنسبة سوف نتعرض لذلك فى الأجزاء التالية.

لهذا فإن تعريف الجفاف drought عبارة عن تأثير متجمع أو متراكم لندرة المياه، والتى تؤثر على الأحوال الطبيعية وتؤثر أيضا على الزراعة، ويكون له علاقة بالأنشطة ويظهر أثره فى كارثة طبيعية أو مجاعة أو غيرها، وهكذا فإن الجفاف هى ظروف غير طبيعية أو غير اعتيادية، حيث ينتشر المطر الفصلى فوق مساحة من الأرض، ويحتمل غياب المطر رغم أنه متوقع أو من المحتمل سقوطه بكميات معتادة (Gurjar & Jat, 2008, p.259)

إن مظهر الجفاف قد أصبح الآن أكثر شيوعا منذ عام ١٩٧٠، خاصة فى العروض المدارية. كما أن أحوال الجفاف قد أصبحت أطول فى فترتها الزمنية وأشد فى قسوتها وأصبحت مؤثرة على مساحات أوسع.

وتتركب ظاهرة الجفاف من :

أ- نقص المطر فى بعض المناطق.

ب- حدوث ارتفاع لدرجات الحرارة بحيث تصبح أعلى، ويتسبب ذلك فى حالات الجفاف.

ج- زيادة درجة حرارة سطح مياه البحر، وحدوث فاقد للجليد، وتمثل كلها إضافات لحدوث حالات الجفاف. ففى الفترة من ١٩٦١ حتى عام ٢٠٠٣ زادت درجة حرارة سطح مياه البحر بمقدار ٠,٣٥ من الدرجة المئوية، رغم أن مياه البحر تمتص الحرارة بمقدار يفوق الغلاف الغازى بنحو ٢٠ مرة (Ibid).

ويعتبر الجفاف drought كارثة بيئية، وإن كانت تختلف عن معظم الكوارث البيئية فى: (١) أنه يمثل كارثة "زاحفة" creeping hazard وذلك لأن أحوال الجفاف تتطور خلال عدة سنوات. (٢) يتميز الجفاف أيضا بأنه يحدث بشكل تدريجى (Smith & Petley, 2009, p.262)

(٣) أن الجفاف ليس له إطار تكتونى أو إطار طبوغرافى.

(٤) إن الجفاف فى امتداده المكانى يتخطى الحدود الإقليمية والأقاليم الثانوية التى تنقسم إليها القارات ولذا يعتبر كارثة فى البيئة المحيطة.

(٥) إن الجفاف يعتبر من الكوارث التى يكون للإنسان دخل فيها بشكل كبير، وسبب فى حدوثها.

(٦) إذا وقع الجفاف فى الدول المتقدمة فإنه لا يتسبب فى وقوع ضحايا بشرية من قتلى وجرحى حتى ولو اشتدت قسوته.

(٧) هناك علاقة سببية بين أحداث الجفاف وحدوث المجاعة فى الدول النامية والأقل نمواً.

(٨) أن الجفاف ممكن أن يوجد فى أى مكان لأنه يمثل جانبا مكملا للتباين المناخى، وإن كانت أحداثه تكون أكثر حساسية فى الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة بسبب تباين التساقط من فصل لآخر ومن سنة لأخرى.

أما مفهوم الصحراء Desert فهو معروف منذ قرابة قرن من الزمان على أن الصحارى تعبيرات طبيعية محددة، تتناول العوامل المؤثرة فى معيشة الكائنات

العضوية وما ينتج عنها من ملامح معينة فوق السطح، تمكن من عمل تقدير محدد للعوامل البيئية التى تساعد على تحليل العوامل المؤثرة على التربة وعلى نمو النبات (Macdougal, 1912, p.449). وقد أصبح يشار إلى الصحراء فى الاستخدامات الحديثة والمعاصرة بأنها مناطق غير مأهولة ويحدث بها مناخ جاف بشكل متتابع. وقد حدد السيرجون مورى J. Murry الصحراء بأنها المناطق التى تتلقى أمطاراً فى حدود ١٠ بوصات (٢٥ سم) فى حين حدد الإقليم الجاف بأنه المنطقة التى تصل كمية الأمطار بها إلى ٢٠ بوصة أو ٥٠ سم . (Gregory, 1915, p.241) . أما التحديد الشامل للمناطق الصحراوية فقد ذكره لاهويرو (Le Houérou, 2002) بأنها المناطق التى توجد بها ظروف قاحلة زائدة عن الحد، وليس بها نشاطاً للزراعة المطرية، ولا يمكن رؤية مثل هذا النشاط بها، وأنها يمكن أن تصنف إلى أنواع، وهذا التصنيف يكون : مناخياً، وترابياً، وانثروبولوجياً أو فعل الإنسان.

ثالثاً : أسباب الجفاف والقحولة :

تتعدد الأسباب والعوامل التى تؤدى إلى ظهور حالات الجفاف فى مناطق، وسيادة ظروف القحولة فى مناطق وأقاليم أخرى. وتتراوح هذه الأسباب ما بين مجموعة عوامل طبيعية، وظروف أخرى بشرية. ويمكن عرض كل عامل منها على حدة، لإظهار دوره فى ظهور الجفاف أو التسبب فى سيادة القحولة وذلك على النحو التالى :

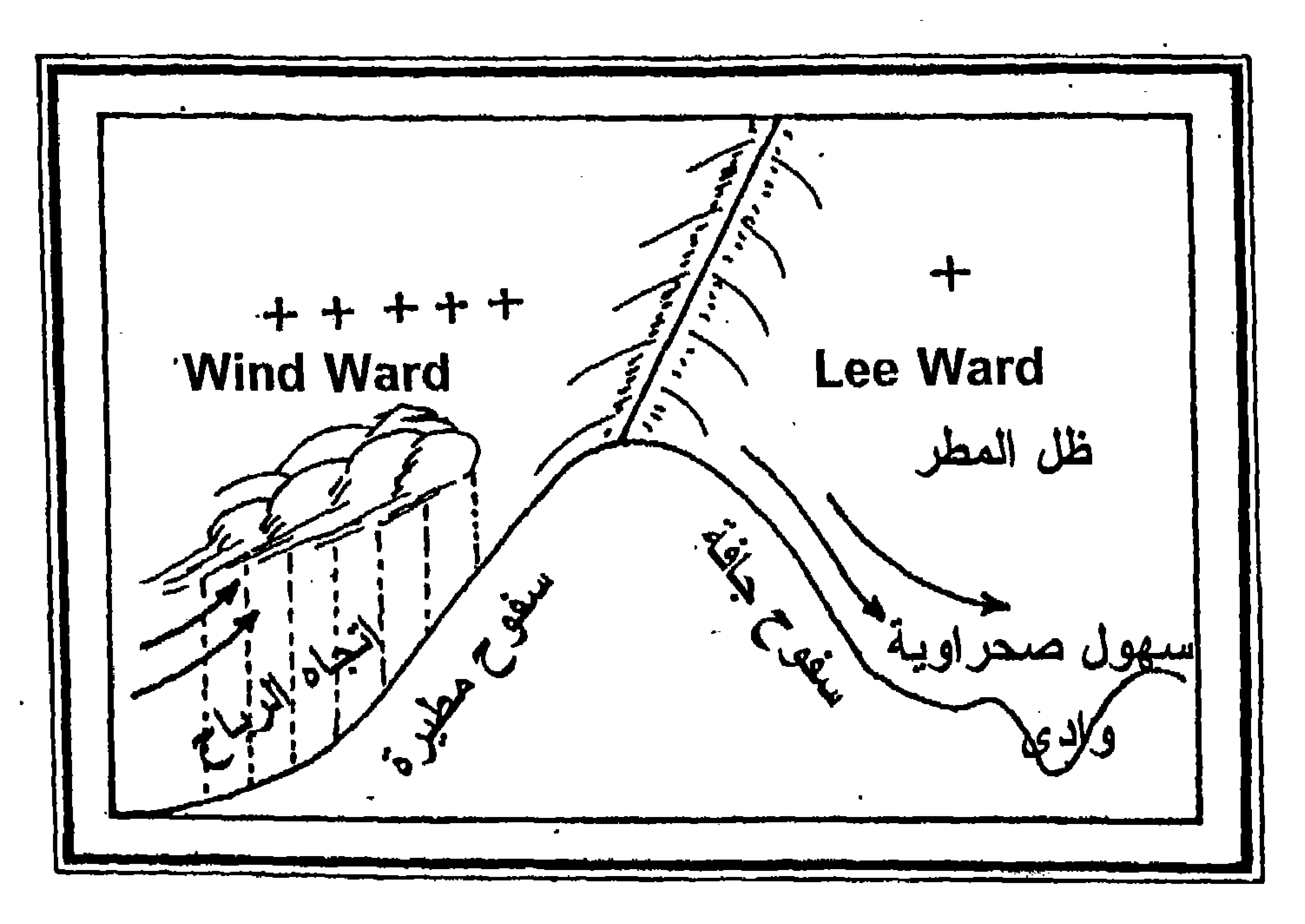
(١) **الهبوط الرأسى للرياح** : وهو عامل يرتبط بنظام الدورة الهوائية العامة على مستوى الكرة الأرضية فى العروض الوسطى ويحدث هذا حول خطى عرض ٣٠° شمالاً و ٣٠° جنوباً، ففى العروض الإستوائية يسخن الهواء ويرتفع لأعلى وينقسم إلى قسمين فى الطبقات العليا، أحدهما يتجه نحو القطب الشمالى والآخر يتجه القطب الجنوبى، وهما يتجهان نحو القطبين وأثناء ذلك تهبط شعبة من أعلى إلى أسفل عند ٣٠° شمالاً وشعبة عند ٣٠° جنوباً ولذا فإن هذه المناطق تصبح ذات ضغط مرتفع بسبب تركيز الهواء وتجمعه (التركمانى، ٢٠٠٢، ص ص ١١٩-١٢٠) والهواء يكون جافاً وقد تسبب ذلك فى تكوين

بعض الصحارى مثل صحراء جنوب غرب آسيا وشمال القارة الأفريقية وصحراء سونورا فى نيومكسيسكو بالولايات المتحدة وصحراء كلهارى جنوب غرب أفريقيا، بالإضافة إلى صحراء استراليا، حيث أن الرياح قادمة إليها من ضغط مرتفع فوق اليابس، وتهب نحو اليابس أيضاً، ولذلك تخلو من الرطوبة وتكون جافة فتتسبب فى حدوث الجفاف والقحولة.

وهذا السبب يعتبر من أكبر الأسباب تأثيراً على زيادة مساحة المناطق الجافة فى العالم، حيث تقع المناطق السابقة فى أوسع امتداد عرضى للقارات وتشغل مساحة كبيرة تخضع لهذه الأحوال والتى يسيطر عليها الضغط المرتفع بسبب هبوط الهواء (Wallen, 1966, p.32). وهكذا يتضح من خلال هذا العامل أن الجفاف والقحولة صفات ترتبط بالنظام المناخى.

(٢) **الهبوط المحلى للهواء** : ويرتبط ذلك الهبوط بالحركة الأفقية للهواء فوق سطح الأرض وحينما تقابله سلسلة جبلية فإن الهواء يصعد إلى أعلى وحينما يصل إلى قمة السلسلة الجبلية فإن الهواء يهبط مرة ثانية منحدراً على الحافة، ويسخن الهواء أثناء هبوطه إما بالإنضغاط أو بارتفاع الحرارة كلما اقترب الهواء من سطح الأرض (كلما انخفضنا) وهذا يزيد الهواء القدرة على التشبع ببخار الماء بدرجة أكبر من عملية التكاثف ولذا فإن الهواء لا يسقط مطراً بل يعمل على زيادة التبخر من التربة والنبات والمسطحات المائية فتقل الرطوبة ويزيد الجفاف. ومن أمثلة ذلك ما يحدث غرب جبال الأنديز حينما يحدث هبوط للهواء وتستمر العملية فوق الساحل الشمالى فى شيلى وبيرو مما يؤدى إلى تكوين صحراء أتكاما، ويشبهها فى ذلك بعض الأحزمة الجبلية فى العروض الوسطى، وفى غرب أمريكا الشمالية، وفى جنوب غرب الأرجنتين وأجزاء من داخل قارة آسيا قد نشأت الصحارى بها بهذه الطريقة (U.N., 1977, p.74).

وبشكل عام فإن هذا العامل يرتبط بالنظام التضاريسى المحلى والإقليمى. (شكل ٢) .



أثر العامل التضاريسى فى المطر والجفاف
شكل (٢)

(٣)**ثبات الكتل الهوائية** : وعدم وجود حركة للهواء والرياح التى تحمل الرطوبة، حيث أن العلاقة بين المياه المتاحة للتساقط وبين التساقط الفعلى لا تتم بطرق بسيطة، حيث أنه قد يوجد الطقس الجاف فى مناطق ترتفع فيها نسبة الرطوبة بينما يوجد المطر بغزارة فى أقاليم تصل إليها التيارات الهوائية الرطبة، وهى تكون ضرورية لسقوط الأمطار مع أنها قد تكون أيضاً غير كافية ومع ذلك يسقط المطر ومن أمثلة ذلك صحارى واستبس وسط آسيا والتى تكون بعيدة عن الرياح الموسمية التى تصل جبال هيملايا وهضبة التبت، (U.N., 1977, p.74). وقد تعمل أضداد الأعاصير فى العروض القطبية الشمالية على ثبات الهواء بارداً ويساعد مع ذلك وجود الغطاءات الثلجية وكل ذلك يؤدى إلى انخفاض محتوى الهواء البارد من الرطوبة فيقل حمله للرطوبة ولذا تكون كمية التساقط منخفضة نسبياً (Wallen, 1966, p.32).

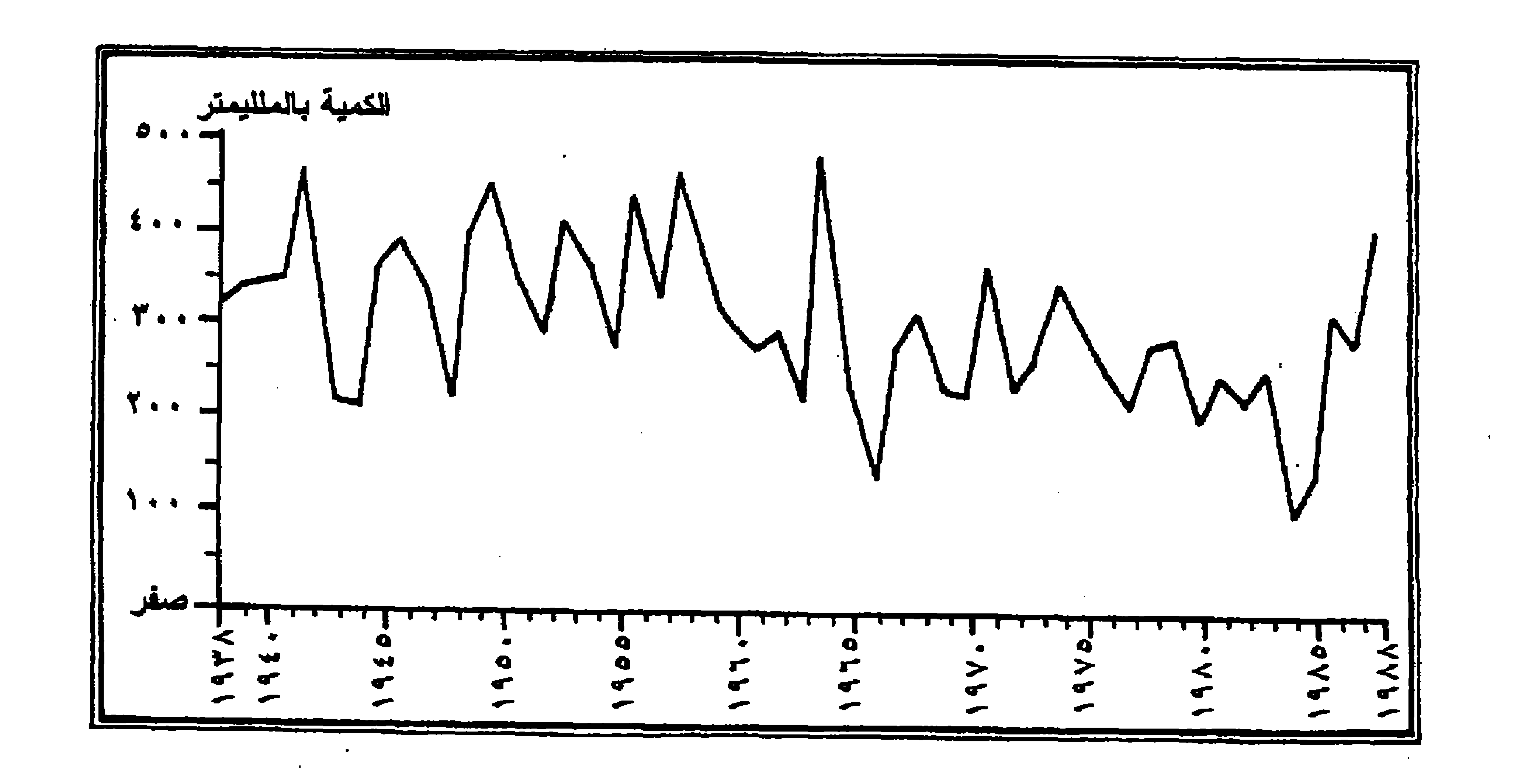
وتؤثر أحوال النينو فى التغيرات الكبرى التى تحدث فى الدورة الهوائية العامة للرياح، وهذا ينعكس على حدوث جفاف للتربة، وامتداد الموجات الحرارية خلال فصل الصيف، فتحدث تغيرات وتقلبات فى الدورة الهوائية وفى أحداث التساقط والذى يبدأ فى هذه الحالة بوجود جفاف فى فصل الربيع فى شهر أبريل وشهرى مايو ويونية.

كما يصاحب تكون النينو حدوث زحزحة وانتقال للجبهة الهوائية المدارية ITCZ وفى معظم أحوال النينو تصبح الجبهة الهوائية المدارية أضعف من الظروف العادية، فيقل بذلك المطر ويسود الجفاف. وسوف نتعرض لدراسة هذا العملية فى نقطة أخرى فى موضعها.

(٤) **خصائص تساقط الأمطار** : فالأمطار فى الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة تكون متباينة سنوياً بشكل واضح، وقد تكون أقل من المعتاد كما هو الحال فى الظروف التى سادت فى القرنين التاسع عشر والعشرين، حيث أن المطر كان أميل إلى الانخفاض عن المتوسط منه إلى الزيادة عن المتوسط. كما أن قيمة المنول (أو القيمة الأكثر تكراراً) فى سقوط الأمطار والاتجاه العام نحو قلة الأمطار وزيادة القحولة Aridity والجفاف drought كل هذا يقلل الاعتماد على المطر، فتقل الزراعة ويتدهور الإنتاج (Hudson, 1987, p.13) وهو ما يعرف بالجفاف المناخى، بالإضافة إلى حدوث الجفاف من نوع الجفاف الزراعى.

مثال تطبيقى :

ففى السودان مثلا إذا أخذنا محطة كسلا والتى تقع على خط ١٥° تقريبا شرقي السودان وتتبعنا كميات المطر فى الفترة من ١٩٣٨ حتى ١٩٨٨ أى لمدة ٥٠ عاما يمكن ملاحظة كما هو موضح في شكل (٣) أن كمية المطر السنوى آخذة بشكل عام فى الاتجاه نحو الانخفاض، وذلك منذ منتصف النصف الأول من القرن العشرين (ثلاثينيات القرن) حتى منتصف النصف الثانى من القرن العشرين (ثمانينات القرن) وذلك خلال ٥٠ سنة متتالية.



المطر فى كسلا
شكل (٣)

فمتوسط التساقط السنوى فى كسلا نحو ٣٢١ ملليمتر (FAO, 1984). أما السنوات التى انخفض فيها حجم التساقط فهى على النحو التالى :

- عام ١٩٤٣ قلت الكمية إلى ٢٢٠ مم وبذلك انخفضت بنسبة ٣١%.
- عام ١٩٤٨ قلت الكمية إلى ٢١٠ مم وبذلك انخفضت بنسبة ٣٤,٥%.
- من ١٩٥٩ – ١٩٦٣ قلت الكمية إلى ٢٠٠ – ١٣٠مم وبذلك انخفضت بنسبة ٣٧,٨% - ٥٩,٥%.
- وصل أدنى مستوى لها فى القرن العشرين عام ١٩٨٤ = ٨٠ مم ونسبة انخفاض ٧٥%.

بهذا يتضح أن الاتجاه هو نحو الانخفاض المستمر فى كمية المطر بشكل عام خلال الفترة المذكورة، وبالتالى ظهر جفاف من درجات مختلفة وصل إلى الدرجة الخطرة فى الفترة ١٩٥٩ –١٩٦٣، وإلى الدرجة الكارثية عام ١٩٨٤، التى لم يسقط من كمية الأمطار المتوقعة إلاّ ربع الكمية فقط.

ويلاحظ أنه إذا قلت الأمطار عن الكمية المعتادة أو متوسط التساقط بشكل حاد، أو إذا توزعت نفس كمية المطر على فترات أطول من الفترات المعتادة بحيث يقل تركز المطر، فإن هذا يؤدى إلى ظهور الجفاف drought ويخلق بذلك مشكلات بيئية مما يؤثر على النظام البيئى الإقليمى، ويظهر التدهور.

ويعتبر النقص فى فعالية المطر خاصية من الخصائص التى تؤدى إلى حدوث الجفاف، وينشأ ذلك بسبب اختلاف فعالية المطر من فصل إلى آخر أو من سنة إلى أخرى. وقد تصبح فعالية المطر منخفضة بدرجة أقل من انخفاض جملة كمية الأمطار المسئولة عن كوارث الجفاف. ومن الأمثلة على ذلك ما حدث بإقليم الساحل من جفاف خلال ١٦ سنة منذ عام ١٩٦٨ حيث ابتعدت كمية الأمطار عن المتوسط السنوى للتساقط وكان التفاوت فى التساقط كبيراً وكمية الأمطار قليلة مما قلل من فعالية الأمطار (Smith, 2001, p.297).

لذلك نجد أنه فى إقليم الساحل بالقارة الأفريقية قد تكررت أحداث الجفاف

الكبرى فى القرن السادس عشر والسابع عشر والثامن عشر والتاسع عشر. وفى القرن العشرين تكررت أحداث الجفاف به فى أعوام ١٩١٣ - ١٩١٤ وأواخر العشرينيات، وفى الأربعينيات فى مناطق كثيرة، وخلال الفترة ٦٨ - ١٩٧٤ (Mortimore, 1987).

مثال تطبيقى :

فى تشاد فى وسط أفريقيا مثلا والتى تقع فى إقليم الساحل بأفريقيا نجد أن متوسط التساقط السنوى بها ٦٢,٥سم (٦٢٥مم). أما فى عام ١٩٦٤ مثلا نجد أن كمية المطر قد قلت إلى ٤٧٨ ملليمتر أى أن نسبة النقص فى كمية المطر فى هذه السنة كانت ٢٣,٥% عن المتوسط العام، هذا من جهة. ومن جهة أخرى فإن كمية المطر والتى سقطت قد توزعت على عدد أكبر من الشهور. فمعظم المطر المتساقط يتركز من شهر مايو إلى شهر سبتمبر أى خلال ٥-٦ شهور فقط على أقصى تقدير، ولكن فى سنة ١٩٦٤ قلت كمية المطر كما سبق الذكر، وتوزعت على عدد أكبر من الشهور وصلت ٨ شهور كما فى جدول (١) وهى من شهر مارس إلى شهر نوفمبر وهذا يقلل من فعالية المطر بسبب ثبات معدل التبخر (حيث الإشعاع الشمسى) ونقص كمية التساقط، فتقل بذلك كمية المياه المتبقية والمتاحة للاستخدام فيظهر الجفاف.

جدول (١)

كميات المطر الشهرية فى محطة نجامينا - فى تشاد بأفريقيا

عام ١٩٦٤ (بالملليمتر)

الشهر	الكمية	الشهر	الكمية	الشهر	الكمية
يناير	صفر	مايو	١٤	سبتمبر	٥٦
فبراير	صفر	يونية	٥٧	أكتوبر	صفر
مارس	١٣	يولية	١٣٢	نوفمبر	١٦
ابريل	١٧	أغسطس	١٨٣	ديسمبر	صفر

(٥) **تأثير التيار النفاث** : يعرف التيار النفاث بأنه عبارة عن حدوث حركة سريعة لتيار بارد وقوى فى طبقات الهواء العليا نسبياً، وتتسبب هذه البرودة وثقل الهواء فى سيادة الجفاف، وذلك خلال الفترة الممتدة من شهر إبريل حتى شهر يونية، ثم تتكسر حدة هذا التأثير فى فصل الصيف، مما يجعل المطر يعاود التساقط بكمية كبيرة وبشكل قد يفوق الظروف العادية. ولهذا فإن المناطق التى تتعرض للتيار النفاث نجدها تتأثر وبحدة شديدة بأحوال الجفاف المصاحبة والناتجة عنه.

- فالتيار النفاث يجلب البرودة.
- التيار النفاث يزيد من حالات الضغط الجوى المرتفع.
- التيار النفاث يحول دون التكاثف ودون سقوط الأمطار.
- ترتبط بذلك حالات كثيرة للجفاف فى المناطق وفى الأوقات التى يسيطر عليها التيار النفاث.

(٥) **التيارات البحرية** : التيارات البحرية نوعان، منها الدفيئة، ومنها الباردة، ولما كانت السواحل الغربية للقارات سواء أفريقيا أو أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية يمر بموازاتها تيارات بحرية باردة فإنها تتضافر مع الدورة الهوائية العامة للرياح وتتسبب فى حدوث الجفاف، حيث أنها تيارات باردة قادمة من تجاه العروض القطبية ومتقدمة نحو خط الاستواء، وتتسبب هذه التيارات الباردة فى برودة المياه السفلى نسبياً والتى تندفع إلى أعلى بفعل حركة التقليب الرأسى Up Welling للمياه على السواحل فتضيف تأثيراً لانضغاط الهواء بالبرودة بسبب ارتفاع المياه الأبرد فلا يحدث تشبعاً للهواء ببخار الماء (Wallen, 1966, p.34) وقلة التشبع تقلل من فرصة سقوط المطر ومن أمثلة الصحارى التى نشأت نتيجة لذلك صحراء الصومال، وصحراء جنوب غرب أفريقيا (ناميب) حيث تيار بنجويلا البارد، والمناطق الجافة فى ولاية كاليفورنيا حيث تيار كاليفورنيا البارد.

وتعرف مناطق تلقب مياه المحيط بأنها عوامل محيطية، تتسبب فى وجـود الصحارى، أى أنها تتسبب فى حدوث الجفاف. فالمياه تكون أقل حرارة بمقـدار ٨°م عن المياه الواقعة على مسافة ١٠٠كم باتجاه الداخل نحو عرض البحر، وهذا يكون ضباب وأحياناً الـرزاز علـى الـساحل ويكـون الـصحارى الـساحلية (Thompson, 1977) ومن أشهر مناطق تقلب المياه : بيرو، كاليفورنيا، شمال غرب أفريقيا، جنوب غرب أفريقيا، الصومال، ساحل شـبه الجزيـرة العربيـة المشرف على البحر العربى، انتركتيكا.

(٧) تكوين تيارات النينو El Nino :

فى البداية يجب التعرف على مسميين هما : النينـو El Nino ولانينـا La Nina النينو هى جزء من النظام المناخى وتفاعله مع الغلاف المائى وهى عبـارة عن تيارات مائية بحرية، تظهر فى المحيطات الكبرى وما يرتبط بها مـن بحـار وخلجان مفتوحة، وتحدث بصفة خاصة فى العروض الدنيا والوسطى (مـن خـط الاستواء حتى ٥٠ – ٦٠° ش و ج). والنينو فى اللغة الإسـبانية تعنـى الطفـل، وأطلق عليها ذلك لوجود هذه التيارات وتكونها فى فترة أعياد الميلاد فـى الفتـرة ٥٧-١٩٥٨ (Oliver, 1981, p.228). وقد أطلق الصيادون هذا المسمى فى أمريكـا الجنوبية لسيادة أحوال الطقس وحدوث دورة طبيعية فى المحيط الهادى يطلق عليها التأرجح الجنوبى Southern oscillation وتتكرر كل ٢- ٨ سنوات وتتأرجح بـين حدوث النينو وحدوث لانينا.

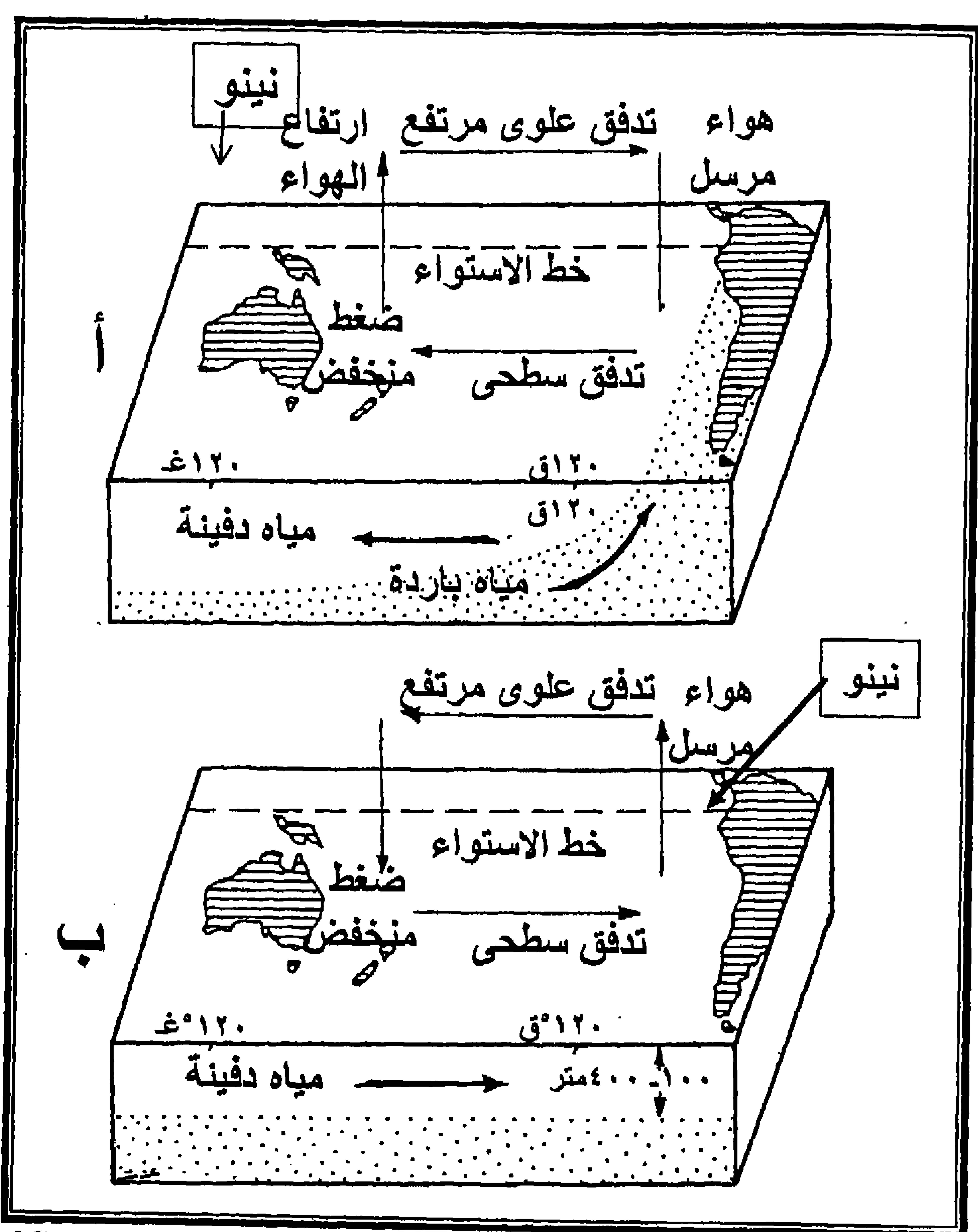
أما لانينا La Nina فهى تعنى الأخت ويذكر البعض أنها تعنى البنـت The girl (Bryant, 1991, p.96) وهى الجزء الآخر من الدورة حينما يحدث العكـس وتسود ظروف قاسية، وقد أطلق عليهما (النينو + لانينا) كل من جلبرت وولكـر Walker عام ١٩٢٠ اسم التأرجح الجنوبى، ويشير برايت بأن الدورة قـد يبلـغ طولها الزمنى نحو ١١ سنة تقريباً، جزء منها يسوده دفئ وجزء آخـر تـسوده البرودة، ثم تعاود الدورة من جديد.

ففى فترة النينو نجد أن شرق ووسط المحيطات تسود الريـــاح التجاريـــة، وتعمل هذه الرياح على دفع المياه الدفيئة نحو غرب المحيطات (شـــرق القـــارات) فتصل إليها مياه دفيئة، فى حين تصبح المياه فى غرب القارات (شرق المحيطات) باردة بسبب ظهور مياه من أسفل المحيط إلى أعلى سطح مياه شرق المحيط، وبهذا يصبح شرق القارات رطب بسبب المياه الدفيئة وغرب القارات جاف بسبب الميـــاه الباردة، فيسقط مطراً شرق القارات بينما تصبح غرب القارات يسودها الجفاف. هذا ويلاحظ أنه فى حالة فى اتجاه المياه الدفيئة من شرق المحيطات إلى غربها فإنه فى الغرب تصبح النينو بينما فى شرق المحيط (غرب القارة) تسود **لانينا** . ويلاحظ أن الدورة فى هذه الحالة اتجاه مع عقارب الساعة كما فى شكل (٤) بينما تحدث دورة عكسية بعد عدة سنوات بحيث يتبدل الوضع: فالنينو فى شرق القارات تصبح فـــى غرب القارات المواجهة لها فى نفس نصف الكرة الأرضية، ولانينـــا فـــى غـــرب القارات تصبح فى شرق القارات المواجهة لها فى نفس نصف الكرة الأرضية (   ). هذا عن ميكانيكية وآلية دورة النينو – لانينا وتبادلهما بين اليـــابس والمـــاء علـــى مستوى القارات.

أما التوزيع المكانى للمناطق المتأثرة – أو أشد تأثرا – بظاهرة النينـــو – لانينا على مستوى القارات:

غرب أمريكا الجنوبية – شرق وشمال شرق أمريكـــا الجنوبيـــة – شـــرق وشمال شرق وجنوب شرق استراليا – جزر إندونيسيا والفلبين، إقليم جنوب آســـيا فى شبه القارة الهندية وباقى أرجاء جنوب شرق آسيا – غرب أمريكـــا الوســـطى ووصولا إلى غرب كاليفورنيا. شرق أفريقيا وجزيرة مدغشقر – غـــرب أفريقيـــا وحول خليج غانا كما هو موضح فى شكل (٥) وهى المناطق التى تأثرت بأحداث النينو عام ٩٧-١٩٩٨.

وعن أثر أحداث وتعاقب ظاهرتى النينو ولانينا فإنه قد تم التعرف عليهـــا وأطلق اسم هذه الدورة السابق ذكرها نفس الاسم فى وسط السهول العظمى وجنوب شرق الولايات المتحدة، بحيث تكون هناك ١١.سنة رطبة wet وهذه الفترة المطيرة يطلق عليها هناك ظاهرة النينو، و١١ ســـنة جافـــة dry يطلـــق عليهـــا la Nina (Bryant, 1991, p.96)



After: smith &Petley,2009

تكوين النينو، ولانينا وحدوث التذبذب الجنوبى ودورهما فى

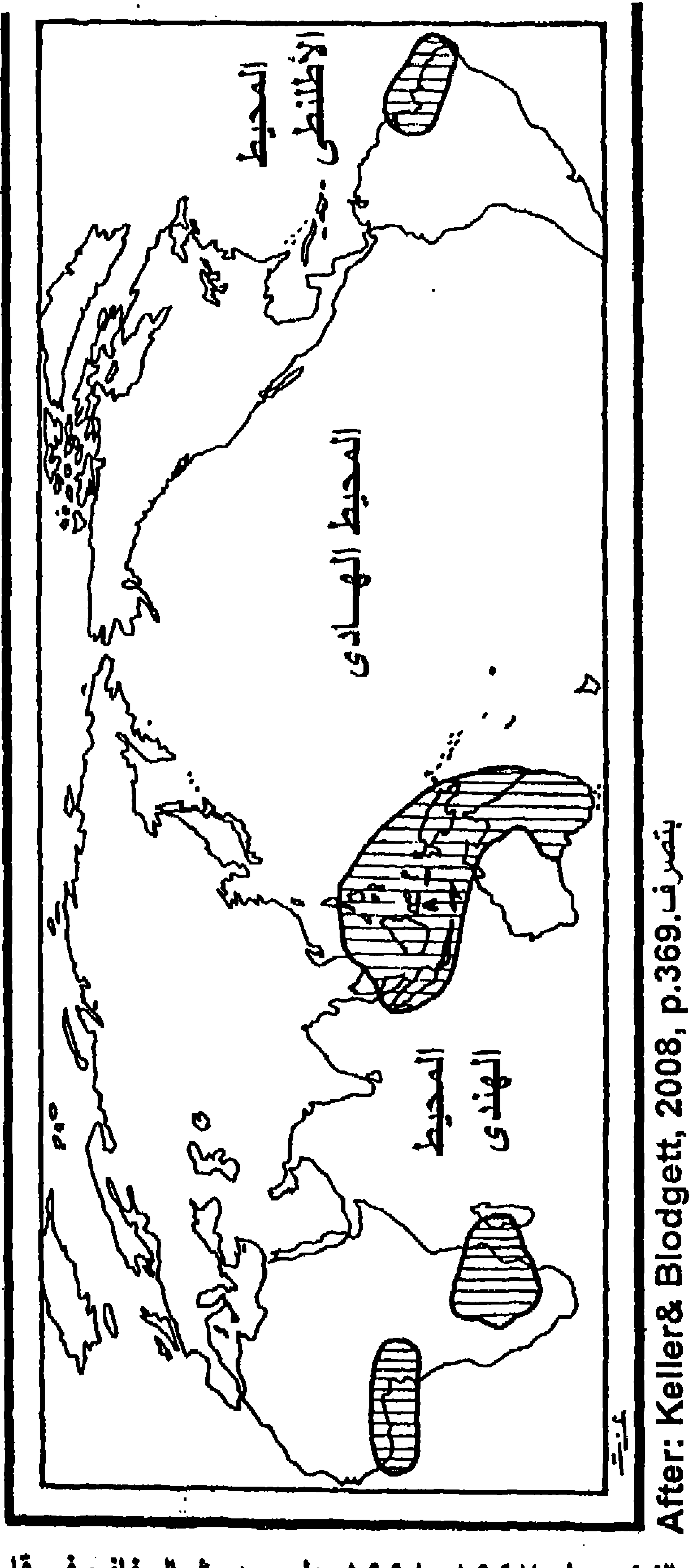
حدوث المطر والجفاف وتعاقبهما

شكل (٤)

وفى فترة النينو يصبح المحيط الأطلنطى أدفئ أما فى فترة لانينا تصبح الأحوال عكس السابق ويصبح المحيط أبرد بدرجة أكبر من الظروف العادية، وفى فترة النينو ترتفع درجة الحرارة عالميا ما بين ٠,١ – ٠,٢ من الدرجة المئوية، وفى فترة لانينا نجد أن درجة حرارة مياه البحر قرب خط الاستواء تنخفض كثيرا بنحو ٤°م عن الظروف العادية، ويكون الأثر هو سيادة ظرف أكثر جفافا فى حالة لانينا خاصة جنوب غرب الولايات المتحدة أواخر الصيف والشتاء، وفى حالة لانينا يكون الجنوب الشرقى أدفأ، بينما المناطق فى الشمال الغربى للولايات المتحدة تكون أبرد (Silver, 2008, pp.99-100) وهذا يمثل التذبذب بين الجنوب والشمال لأحوال المحيطات، وما يرتبط بها من آثار على اليابس المجاور.

وقد ظهر انعكاس حدوث هذه الظاهرة المناخية على الإنتاج الغذائى خاصة تلك الأنواع التى ترتبط محاصيلها وإنتاجها بسقوط المطر، حيث سجل نقصا غذائيا بنسبة ٢% عام ١٩٧٢ بعد أن كان هناك زيادة سنوية كل عام منذ ١٩٤٥. وفى منتصف التسعينيات من القرن العشرين حدثت النينا La Nina فظهر آثار هذا الجفاف فى كل من الولايات المتحدة والصين وروسيا والهند واستراليا مرة ثانية، وقل إنتاج الحبوب، وتسبب هذا فى زيادة ارتفاع أسعار الحبوب العالمية (Holechek et al., 2000, p.168) ورغم أن هذه الظاهرة يصعب التحكم فيها أو تغييرها، فإنه يمكن التنبؤ بها واتخاذ الإجراءات المطلوبة لتوفير الغذاء والمحافظة على الأسعار.

أما فى الهند فنجد أنه قد ارتبط بظاهرة النينو وما يرتبط بها على النحو الآخر من وجود لانينا فترات جفاف فى أعوام ١٨٩٩، ١٩١٨، ١٩٧٢، بينما تأثر جفاف عام ١٩٧٩ بظروف الرياح الموسمية (Gregory, 1986, p.102) . ويلخص جدول (٢) العلاقة بين أحوال الجفاف المرتبطة بالرياح الموسمية الشرقية وأحداث تقلبات النينو الجنوبية El Nino-South oscillation والتى يعبر عنها باختصار بصيغة ENSO وذلك خلال الفترة ١٨٤٤-١٩٨٣ أى خلال ١٣٩ سنة، ونجد أنه قد حدث فيها نحو ٣٣ فترة جفاف، ارتبط منها ٣١ فترة جفاف باحداث النينو أى أنه ارتبط ٩٤% من حالات الجفاف بارتباط سببى ومتلازم بأحداث النينو فى أندونيسيا.



تأثير النينو عام ١٩٩٧-١٩٩٨ على حدوث الجفاف فى قارات العالم

شكل (٥)

جدول (٢)

مقارنة الجفاف فى أندونيسيا بأحداث تقلبات النينو الجنوبية (١٨٤٤-١٩٨٣)

ســـنة الجفاف	سنة النينو	سنة الجفاف	سنة النينو	سنة الجفاف	سنة النينو	سنة الجفاف	سنة النينو
١٨٤٤	١٨٤٤	١٨٧٧	١٨٧٨/٧٧	١٩١٤/١٣	١٩١٤	١٩٤٦/٤٥	١٩٤٦
١٨٤٥	١٨٤٦/٤٥	١٨٨١	١٨٨٠	١٩١٩/١٨	١٩١٩/١٨	١٩٥٣	١٩٥٣
١٨٥٠	١٨٥٠	١٨٨٣	–	١٩٢٣	١٩٢٣	غير متاح	١٩٧٥/٥٤
١٨٥٣	–	١٩٨٥-٨٤	١٨٨٥/٨٤	١٩٢٦/٢٥	١٩٢٦/٢٥	١٩٧٦	١٩٧٦
١٨٥٥	١٨٥٥	١٨٨٨	١٨٨٩/٨٨	١٩٢٩	١٩٣٠/١٩٢٩	١٩٨٣/٨٢	١٩٨٢
١٨٥٧	١٨٥٧	١٨٩١	١٨٩١	١٩٣٢	–		
١٨٦٤	١٨٦٤	١٨٩٦	١٨٩٦	١٩٤٠	١٩٤٠/٣٩		
١٨٧٣	١٨٧٣	١٩٠٢	١٩٠٢	١٩٤١	١٩٤١		
١٨٧٥	١٨٧٥	١٩٠٥	١٩٠٥	١٩٤٤	١٩٤٤/٤٣		

المصدر :بتصرف After Quinn, 1987, p.25, Bryant, 1991

(٨) **العامل الطبوغرافى :** ويتمثل هذا العامل فى وجود حواجز جبليـــة شـــاهقة الارتفاع تحول دون وصول الرياح المحملة ببخار الماء إلى داخل القـــارات، فتتحول هذه المناطق إلى أقاليم جافة أو شبه قاحلة. ومن أمثلة ذلك وجود جبال الهيملايا التى تحول دون عبور كتل الهواء من الريـــاح الموســـمية الـــصيفية الجنوبية. ومن أمثلتها أيضاً امتداد سلاسل جبال روكى فى أمريكا الشمالية من الجنوب إلى الشمال وبشكل يجعل الرياح تتعامد عليها مما يجعلها تحول دون وصول الرياح الغربية والجنوبية الغربية إلى المناطق الواقعة إلى الشرق منها، ويشبهها فى ذلك سلاسل جبال الأنديز التى ساعدت علـــى تكـــوين صـــحراء بتاجونيا شرقى الكورديللرا بما يشبه وادى الموت فى جنوب غرب الولايـــات المتحدة الأمريكية الذى تكون بنفس الأسباب فى ظروف جفافه. وقـــد لعبـــت

جبال الألب الاسترالية شرق وجنوب شرق القارة دوراً مماثلاً فى حجز الرياح الرطبة إلى حد كبير عن وسط وغرب استراليا، مما ساد فيهما الجفاف والقحولة، وتكونت صحارى سمبسون وغيرها.

(٩) سخونة الأرض :

فى البداية يجب أن نذكر أن درجات حرارة الأرض تقاس بالترمومتر منذ أوائل القرن ١٧ منذ عصر جاليليو وجاء من بعده فهرنهيت، ويوجد فى العالم الآن نحو ٧٠٠٠ محطة للقياس، قارية وساحلية وفوق المحيطات، إضافة إلى وجود منظمات دولية تهتم بهذا الشان ومنها نو NOAA وناسا NASA فى الولايات المتحدة، ووحدة الباحث المناخى CRU فى بريطانيا.

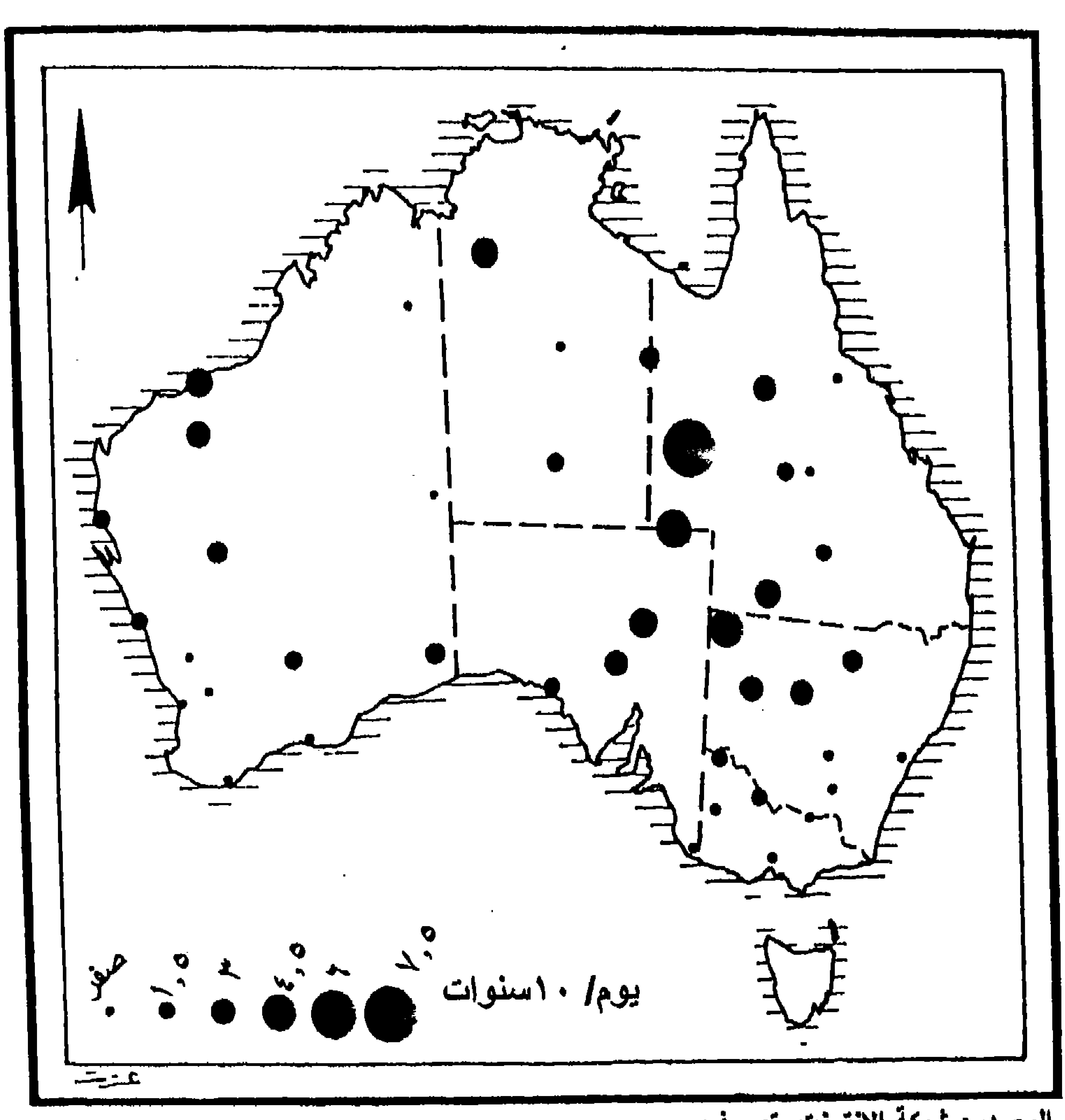
ويشار إلى سخونة الأرض عن القياسات المعتادة بمفهوم آخر وهو الدفء العالمى، او ارتفاع حرارة الأرض. وقد اشير عام ٢٠٠٧ إلى :

(أ) أن هناك زيادة فى معدل الحرارة العالمى بنحو ٠,٧٤ درجة مئوية اعلى من القرن الماضى.

(ب) أن (أدفئ) ١١ سنة قد سجلت فى الفترات الأخيرة (١٩٩٥-٢٠٠٦) مما يشير إلى أن معدل الدفئ العالمى نفسه فى زيادة، وأن معدل الزيادة هو ٠,٢ من الدرجة / كل عقد (كل ١٠ سنوات) (Silver, 2008, p.11).

أما عن تأثير ارتفاع درجة حرارة الأرض على الجفاف فإنه يمكن ملاحظة أن ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض درجة واحدة ١° م (+١,٨ °م) يؤدى إلى :

- نقص كمية المياه المتاحة فى العروض الوسطى وفى المناطق الجافة dry.
- تزيد المياه فى كل من العروض المدارية الرطبة والعروض العليا (الباردة).
- تنتج زيادة فى الجفاف، وحدوث كوارث ناتجة عن الحرائق الطبيعية.
- تحدث زيادة فى الوفيات بسبب الموجات الحارة، وتحدث زيادة فى حالات سوء التغذية ويظهر ما يعرف بجفاف المجاعة (Silver, 2008, table 72, p.159)



المصدر: شبكة الانترنت بتصرف.

الاتجاه فى عدد الايام شديدة الحَرّ للفترة ١٩٧٠- ٢٠٠٩
(يوم / ١٠ سنوات) فى استراليا

شكل (٦)

مثال تطبيقى :

إن مناخ استراليا على سبيل الذكر – وعلى المستوى العالمى أيضاً قد حدث به تغير، فمنذ أواسط القرن العشرين أخذت درجة الحرارة فى الارتفاع بنحو ١°م مئوية واحدة، وحدثت زيادة فى تكرار الموجات الحرارية (الموجات الساخنة) وحدث نقص فى عدد أيام الصقيع والايام الباردة. ونتج عن ذلك نقص فى تساقط المطر خلال الخمسين سنة الأخيرة.

وتؤكد الخريطة شكل (٦) والتى تبين اتجاه عدد الأيام الحارة جداً خلال الفترة ١٩٧٠-٢٠٠٩ فى استراليا (والأيام / لكل عقد أو لكل ١٠سنوات) ويظهر من الشكل أن عدد الأيام قد زاد من ٣ – ٧,٥ يوم / كل ١٠ سنوات وذلك خلال فترة ٤٠ سنة بينما النقص فى مثل هذه الأيام كان أقل وأن معظم المحطات سجلت أن عدد أيام البرد والصقيع كان من ١-٣ أيام / كل ١٠ سنوات وتكون النتيجة هى الاتجاه نحو السخونة أكثر منه ميلا نحو البرودة:

- فالزيادة فى اتجاه عدد الأيام الحارة جداً من +٣ إلى+ ٧,٥ يوم / ١٠ سنوات.
- والنقص فى مثل هذه الحالات وزيادة البرودة كانت من – ١ إلى – ٣ يوم / ١٠ سنوات .

ويلاحظ فى مثال آخر وهو روسيا أن درجة الحرارة قد ارتفعت هذا العام ٢٠١٠ فى أوائل شهر أغسطس إلى ٣٨°م وهى الأعلى منذ ١٣٠ سنة ماضية.

(١٠) **العوامل البشرية :** شاركت أيدى الإنسان فى حدوث الجفاف والقحولة متضافرة فى ذلك مع العوامل الطبيعية للعمل على ظهور هذه المشكلة. ويظهر أثر الإنسان حسبما أشار أورميرود Ormerod عام ١٩٧٨ فى حدوث ذلك فى المناطق الهامشية، وذلك بسبب التنمية الاقتصادية فى المناطق القاحلة. ونتيجة ممارسة الإنسان زاد تأثيره على زيادة حدة الجفاف والقحولة لشدة الاحتياج

تزاحم وتنافس من قبل الإنسان على الأرض فى مناطق مراعى الأراضى الجافة، وانتهاج الإنسان سياسة التكثيف لزيادة الإنتاج المحلى وهذا يتسبب فى زيادة معدلات نحت الأراضى الزراعية (Hudson, 1987, p.4). ومن أمثلة ذلك ما حدث بإقليم الساحل حيث بدأ نمط التكثيف الزراعى مع ظروف تذبذب الأمطار، وأصبح هناك زراعة متنقلة وأصبح نحت التربة واضحاً بسبب الزراعة الناتج عن الزيادة والنمو السكانى المتزايد (Smith, 2001).

فمثلا نجد أنه قد زادت الكثافة السكانية فى إقليم الساحل وتضاعف الحجم السكانى خلال ٢٠ – ٣٠ سنة وزاد التكثيف الزراعى مما ادى إلى حدوث التصحر فى مناطق الأراضى التى كثفت فيها زراعة المحاصيل، والرعى الجائر فى مناطق اراضى المراعى وتقطيع الشجيرات وحدث نحت للتربة بسبب قطع الأشجار لأغراض الطاقة والطهى. (Smith & Petley, 2009, p.275) وقد تسبب الانفجار السكانى فى القرن العشرين فى نقص مستوى المياه فى مناطق السحب المكثف، مما أدى إلى هبوط مستوى المياه خاصة فى مناطق الاستصلاح الزراعى وسبب هذا ظهور الجفاف الهيدرولوجى.

(١١) **التلوث الهوائى سبب للجفاف :** نظراً للتطور الصناعى الذى شهده العالم، وزيادة الانبعاثات من مصادر عديدة إلى طبقات الهوائى، وحدوث تلوث الهواء بسبب ذلك، فإن زيادة ثانى أكسيد الكربون فى الهواء وهو من الملوثات الهوائية قد أدى إلى حدوث جفاف أو زيادة حدته، خاصة زيادة الإنبعاث فى المناطق الواقعة على هوامش المناطق الجافة، ويمثل هذا سبباً اجتماعياً يؤدى إلى وجود صدام بيئي حسبما أشار إلى ذلك جلانتز (Glantz, 1987)

وتعتبر عملية حرق الطاقة الحضرية Fossil fuels من عوامل الدفئ العالمى وهو اسم مشتق من الطاقة المتبقية فى المادة العضوية المحفوظة منذ الفترات الجيولوجية وما قبل التاريخ فى النبات والحيوان، سواء تحللت وكونت غاز طبيعى وبترول، أو متخللة المكونات الصلبة التى تحولت إلى صخر مثلما الحال

فى الغابات التى طمرت وتصلبت وكونت الفحم الحجرى.

وحينما يتم حرق الفحم أو الغاز الطبيعي والبترول فإنه لا يشتعل إلا فـــى وجود عنصر الاكجسين (O_2) ومن هنا فإن :

الطاقة الحفرية + اكسجين ← يعطينا ثانى اكسيد الكربون + ماء

وبالتالى فإن استهلاك الطاقة الحفرية يزيد من نتاج ثانى اكـسيد الكربـــون والذى يعمل على الإمساك بالحرارة مما يزيد من الدفئ وهذا يساعد على حدوث الجفاف أو زيادة حدته.

(١٢) التحضر :

يشير سيلفر (Silver, 2008, p.27) إلى أن ٥٠% من سكان العالم يسكن فى مراكز حضرية، ويتسببون فى رفع درجة الحرارة محلياً، والتى يمكن أن تساعد على حدوث الدفئ العالمى. وقد أشارت المنظمة العالمية لتغير المناخ IPCC إلى نتائج دراستها فى هذا المجال حيث انتهت إلى أنه :

أ- أضافت الأنشطة البشرية منذ عام ١٧٥٠م دفئاً إلى الارض

ب-بحلول عام ٢٠٣٠ سوف يعانى ٧٥ مليون نسمة من سكان قارة أفريقيا مـــن العجز المائى.

ج- يتوقع حدوث موجات حرارية أكثر حرارة وأطول فى فتراتها الزمنية.

د- معدل درجة حرارة الأرض كانت منذ قرن مضى ١٣,٧° م وهو الآن يبلـــغ ١٤,٤ ° م.

هـــ - حدثت زيادة عالمية فى أحوال الجفاف drought عامة منذ عام ١٩٠٠ .

و- رغم أن بعض المناطق شهدت رطوبة منذ تلك الفترة إلاً أن هنـــاك منـــاطق كثيرة قد شهدت حالات الجفاف.

ز- ارتفاع درجة حرارة الأرض درجة واحدة مئوية لحرارة الهواء على سـطح الأرض (١ ° م) أعلى من المعدل يزيد التبخر، ويعمل على الإمساك بنحـو ٧% من بخار الماء يظل عالقا فى الهواء (اى يمنعها من السقوط فى هيئـة مطر) وهذه الحراة أيضا تزيد التبخر من التربة، تاركة التربة عرضة للجفاف ويحدث بها جفاف، ويعرف بجفاف التربة أو الجفاف الزراعى.

الفصل الثانى

أسس تحديد وتصنيف الجفاف وتطبيقاتها

أسس تحديد وتصنيف الجفاف وتطبيقاتها

في هذا الفصل سوف نتعرض بالدراسة لعدة عناصر، ونقوم بالتطبيق على دول من كل قارة، من خلال اختيار محطات مناخية تقع في مناطق تتعرض لأحوال الجفاف أو للقحولة، بحيث نختار محطة واحدة في الدولة أو محطتان على الأكثر إحداهما في بيئة تتعرض للجفاف وأخرى تكون في النطاق القاحل. وأهم العناصر التي سيعالجها هذا الفصل :

أولاً : أسس تحديد الجفاف.

ثانياً : تصنيف الجفاف

ثالثا : أنواع الجفاف.

رابعا : توزيع الجفاف

أولاً : أسس تحديد الجفاف :

وجدت مجموعة أو عدة طرق رياضية بسيطة يمكن من خلالها تحديد قيمة تعكس حالة وجود قحولة أو عدم وجودها وهل هناك درجة من الجفاف ؟ والحالة النباتية المصاحبة له في كل حال من الأحوال. ويعتبر دي مارتون من أوائل الجغرافيين الذين وضعوا طريقة لتحديد القحولة. وقد اعتمد في دراسته عن معامل القحولة The Index of Aridity الذي نشره عام ١٩٢٦ على أساس أن فعل الحرارة يكون غالباً وسائداً في العروض العليا، والتساقط يكون في العروض الدنيا، وهما يمارسان تأثيرهما في أي مكان فكل منهما أكثر حساسية في مكانه.

فالحرارة تنخفض في العروض العليا إلى حد التجمد وبالتالي يظهر أثرها في وجود حالة تجمد هيدرولوجي وعدم المنفعة من التساقط الثلجي فتظهر الصحاري الباردة – أو الجليدية وهي أراضي تدخل ضمن الاراضي القاحلة في هذه الحالة. أما التساقط في العروض الدنيا فنجد أنه يكاد ينعدم أو يقل ويندر في النطاق من ١٨ – ٣٠° شمالاً وجنوباً، وبالتالي يؤثر نقصه في ظهور الجفاف والذي يصل إلى حد القحولة.

ومن هنا صاغ دى مارتون (De Martonne, 1927, p.403) معامل القحولة بالطريقة الآتية :

معامل القحولة = $P : (T + 10)$

حيث أن P = التساقط السنوى.

T = متوسط الحرارة السنوى بالدرجة المئوية.

10 = معامل ثابت أو قيمة ثابتة.

ويكون هنا صفر تحكمى حينما تكون الحرارة – ١٠° م.

وذلك حتى يتسنى تطبيق المعادلة للمناطق التى يحدث فيها تجمد وانخفاض الحرارة عن الصفر المئوى وتصبح بالسالب ولذا فإن إضافة القيمة ١٠ تجعل النتائج بالموجب وليست بالسالب.

وبإعادة صياغة المعامل بطريقة عرض أسهل فإن :

معامل القحولة = كمية التساقط السنوى بالمليمتر
(متوسط الحرارة السنوى بالمئوية + ١٠)

وبطريقة ثالثة = :

معامل القحولة = (كمية المطر السنوى بالمليمتر) ÷ (متوسط الحرارة السنوى بالمئوى + ١٠)

ويمكن تطبيق هذا المعامل على قيم مناخية خاصة بسنة واحدة لمعرفة صفة الإقليم والدرجة التى وصلت إليها القحولة ، كما أنه يمكن تطبيقه المعدلات المناخية من أجل التصنيف العالمى والمقارنة.

فمعامل الجفاف إما أن يتم حسابه لسنة واحدة محددة وهذا يكون لمعرفة درجة الجفاف أو يتم حسابه لمتوسط قيم المطر السنوى لفترة طويلة بالمنطقة ومتوسط درجة الحرارة السنوى لفترة طويلة بنفس المنطقة ونفس المحطة المناخية

وهذا يكون الهدف منه ليس معرفة درجة الجفاف فقط وإنما يكون لتصنيف المنطقة.

ونتائج قيمة المعامل عادة تكون قيماً موجبة، وتزيد عن قيمة الواحد الصحيح حتى تصل إلى قيم بالعشرات كرقم للمعامل، بحيث يمكن أن تبلغ ٢٠، أو ٣٠ ، او ٥٠ وهكذا وكل منها له دلالته الجغرافية.

وبتطبيق معامل دى مارتون نحصل على قيمة، فإذا كانت :

قيمته ٥ = يشير إلى وجود صحراء حقيقية من الناحية النباتية أو من الناحية الهيدروجرافية (المائية).

والقيمة ١٠ = تشير إلى الاستبس الجاف.

والقيمة ٢٠ = تشير إلى البرارى.

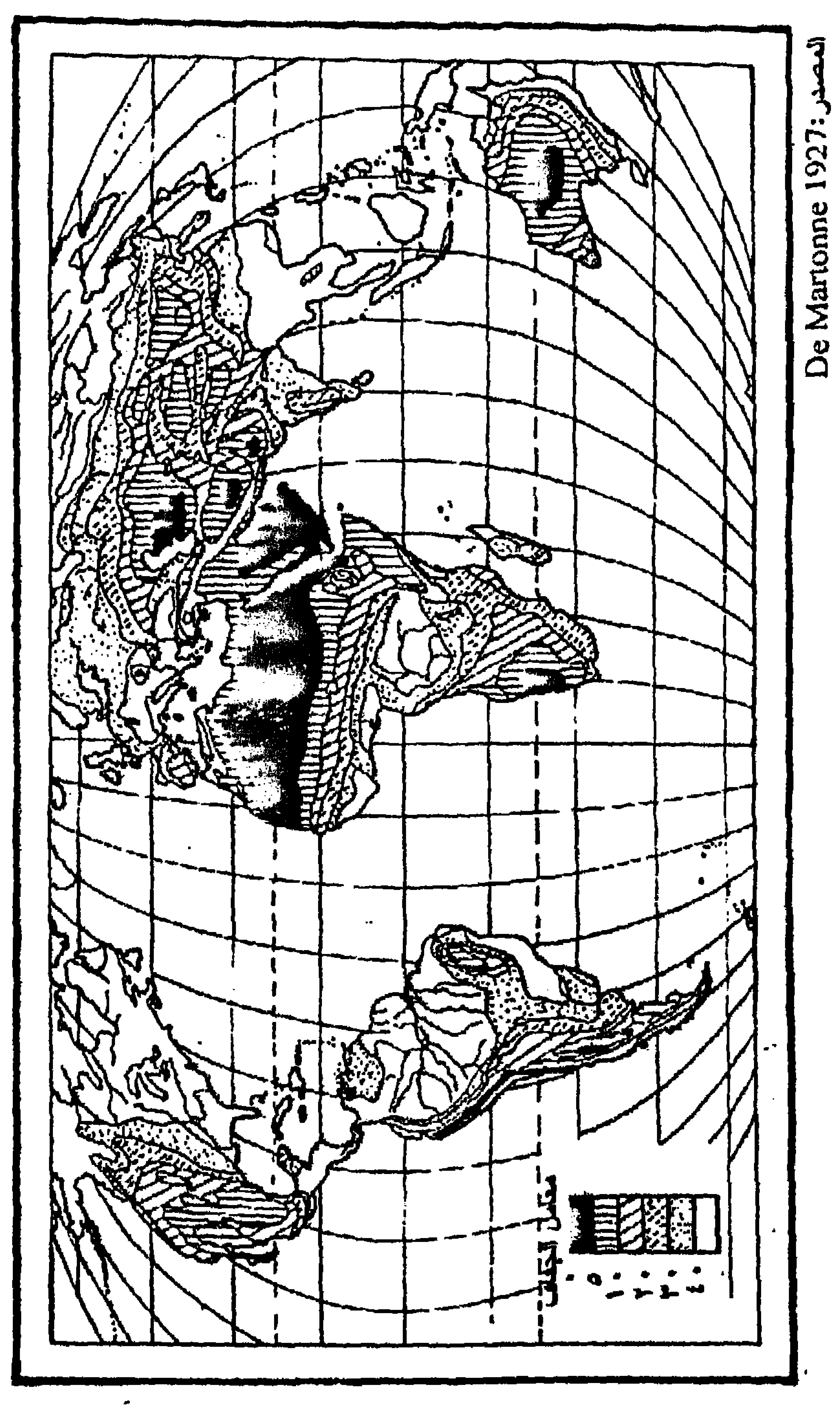
والقيمة ٣٠ = (فأكثر) تعكس وجود غابات بالنسبة للنبات الطبيعى. ولنذكر بعض القيم الأقل من ١٠ حيث يبلغ المعامل قيمة ٦ فى الصحراء الكبرى، و٣ فى التركستان الروسى، و ٢ فى ليما فى صحراء شيلى، و ١ فى كوبيابو فى شيلى. كما فى شكل (٧).

الطريقة الثانية :

وهناك طريقة لتحديد الخصائص المناخية للمناطق القاحلة وذلك باستخدام معامل : [أقصى معدل سنوى للمطر ÷ أدنى معدل سنوى] أو باستخدام نسبة الانحراف عن متوسط التساقط السنوى، ويكون هذا المعامل قيمته عالية ويزيد إذا اتجهت الأمطار نحو التناقص :

مثال ذلك : حالة القحولة يكون المعامل = ٦ – ٢٠ % ونسبة الانحراف عن المتوسط = ٣٥ – ٧٠ %

والحالة شديدة القحولة يكون المعامل = ١٠٠ % أو أكثر ونسبة الانحراف عن المتوسط = ١٥٠%.



معامل الجفاف عند دى مارتون وتوزيعه على قارات العالم

شكل (٧)

الطريقة الثالثة :

يصاغ معامل الجفاف عند بوديكو كالتالى = $D = R / LP$

حيث أن D = معامل الجفاف dryness

R = متوسط صافى الإشعاع الشمسى السنوى

P = متوسط التساقط السنوى بالمليمتر.

L = الحرارة الكامنة اللازمة لتبخير المياه كما فى جدول (٣)

وجاءت قيم بوديكو كالآتى :

جدول (٣)

معاملات الجفاف والنبات المصاحب عند بوديكو

معامل الجفاف	النباتات المصاحبة والاستجابة النباتية
١,١ – ٢,٣	استبس وسافانا
٢,٣ – ٣,٤	شبه صحراوية
أكبر من ٣,٤	صحراء

المصدر : عن U.N., 1977

ثانياً : التطبيق :

(١) التطبيق على المملكة العربية السعودية :

إذا أخذنا مدينة الرياض فى وسط المملكة وطبقنا عليها معامل الجفاف لديمارتون، فإنه يكون كالتالى :

١– متوسط درجة حرارة يناير فى الرياض فى الفترة ٧٠–١٩٩٣ = ١٤°م

٢– متوسط درجة حرارة يوليو = ٣٤ °م (السقا، ١٩٩٨)

٣– معدل الحرارة السنوى = ٣٤ + ١٤ = ٤٨ ÷ ٢ = ٢٤ °م

جدول (٤)

كميات المطر فى الرياض بالسعودة بالملليمتر فى الفترة ٦٤-١٩٨٨

السنة	كمية المطر	السنة	كمية المطر	السنة	كمية المطر
١٩٦٤	١٦٤,٣	١٩٧٤	٧٠,٣	١٩٨٣	٦٤,٤
١٩٦٥	٥٧	١٩٧٥	١٢٣	١٩٨٤	٧٠,٧
١٩٦٦	٢٧,١	١٩٧٦	١٧٦,٦	١٩٨٥	٩٢
١٩٦٨	١٢٥,٧	١٩٧٧	٢٣,٢	١٩٨٦	١٤٦,٥
١٩٦٩	١٢٣,٤	١٩٧٨	٢٩,٢	١٩٨٧	٥٣
١٩٧٠	١٢,٦	١٩٧٩	٥٣,٧	١٩٨٨	٧٦,٤
١٩٧١	٩٠,٣	١٩٨٠	٦٧,٢		
١٩٧٢	١٢٠,٥	١٩٨١	٢٦,٨		
١٩٧٣	٥٤,٧	١٩٨٢	١٤٨,٨		
المتوسط العام					٨٤,٥

المصدر: وزارة الاقتصاد والتخطيط ، سنوات متعددة ، المملكة العربية السعودية.

٤- المتوسط العام للمطر بالمنطقة = ٨٤,٥ ملليمتر / السنة جدول (٤).

٥- متوسط درجة الحرارة السنوى = ٢٤°م كما سبق الذكر.

٦- معامل الجفاف = ٨٤,٥ ÷ (٢٤ + ١٠).

= ٨٤,٥ ÷ ٣٤

= ٢,٤٨ = ٢,٥ تقريبا

وإذا طبقنا الطريقة الثانية وهى :

معامل الجفاف = أقصى معدل سنوى للمطر ÷ أدنى معدل سنوى للمطر)

وإذا أخذنا محطة الرياض كما فى جدول (٤) نلاحظ أن :

- أقصى معدل سنوى = ١٧٦,٦ ملليمتر

- أدنى معدل سنوى = ١٢,٦

- قيمة معامل الجفاف = ١٧٦,٦ ÷ ١٢,٦ = ١٤

لما كان المعامل يقع بين قيمتى ٦ – ٢٠% فإن المنطقة تكون قاحلة، وهذا ما أكده محمدين (محمد، ١٩٨٩، ص ٢٣٧) حينما أشار بعد معالجة إحصائية أن الرياض تتبع الإقليم الجاف (ويقصد هنا القاحل arid)، وقد تخرج الرياض فى بعض النتائج إلى الإقليم شبه الجاف semi-arid ويقصد به هنا شبه القاحل.

جدول (٥)

خصائص المطر والحرارة فى محطة خميس مشيط

جنوب غرب المملكة العربية السعودية عام ٢٠٠٤

	المطر بالمليمتر	درجة الحرارة العظمى	درجة الحرارة الصغرى	متوسط درجة الحرارة
يناير	٥,٨	٢٧,٨	٦,٢	١٧
فبراير	–	٢٩,٤	٥,٣	١٧,٤
مارس	١٢,٨	٢٨,٣	٧	١٧,٧
ابريل	١٥٥,٦	٣١,٨	٨	١٩,٩
مايو	٨,٩	٣٣,٥	١٣	٢٣,٣
يونية	١٠,٦	٣٢,٨	١٥,٤	٢٤,١
يولية	٧,٨	٣٤,٦	١٦,٩	٢٥,٧
أغسطس	٢٩,٩	٣٤,٨	١٦,١	٢٤,٥
سبتمبر	–	٣٢,٧	١٣,٥	٢٣,١
أكتوبر	–	٣٠,٢	٩	١٩,٦
نوفمبر	٢,٢	٢٧	٩,٨	١٨,٤
ديسمبر	٤	٢٤,٦	١,٩	١٣,٣
المجموع	٣٥٢,٨	–	–	٢٤٤
المتوسط				٢٠,٣

المصدر : البيانات الأصلية عن وزارة الاقتصاد والتخطيط ٢٠٠٤، والمتوسطات من حساب المؤلف.

أما إذا أ أخذنا سنة مستقلة ولتكن سنة ٢٠٠٤م بكامل بياناتها في منطقة خميس مشيط جنوب غرب المملكة العربية السعودية، حيث يزيد التساقط، والمطر غزير بفعل جبال عسير والسروات فى هذه المنطقة، والمطر يكون متأثراً بالنظام الموسمى الصيفى المطير فإننا يمكن أن نلاحظ كما في جدول (٥) أن :

١- مجموع المطر السنوى بالمنطقة = ٣٥٢,٨ ملليمتر

٢- متوسط درجة الحرارة لنفس السنة = ٢٠,٣ درجة مئوية

٣- معامل الجفاف (حسب ديمارتون) :

= ٣٥٢,٨ ÷ (٢٠,٣ + ١٠)

= ٣٥٢,٨ ÷ ٣٠,٣

= ١١,٦

ولما كانت قيمة المعامل أكبر من ١٠ (حيث أن معامل ١٠ يشير إلى الاستبس الجاف) فإن المنطقة تكون شبه مطيرة وتشير إلى الاستبس الجاف، وهذا يخرجها من النطاق القاحل arid فى شبه الجزيرة العربية، وتخضع فى هذه الحالة لنظام المطر الذى يمكن أن يقل فى بعض السنوات فيحدث جفاف dry.

(٢) التطبيق على الولايات المتحدة والمكسيك

إذا أخذنا محطة فى منطقة تقع جنوب غرب الولايات المتحدة، حيث يوجد مطر، وتتعرض المنطقة لسنوات جفاف ونقص المطر drought ولتكن محطة توكسون Tucson عند المنابع الجنوبية الغربية لنهر كلورادو سواء سانتاكروز أو سان بدرو فى أريزونا والتى تقع على خط عرض ١٥ ٣٢° شمالا وعلى ارتفاع ٧٢٩ مترا عن مستوى البحر، ولفترة سنوات مناخية بلغت ٦٣ سنة نجد كما هو موضح فى جدول (٦) وفى محطة بورتو باناسكو فى سونورا، والتى تقع أيضا على خط عرض ٥ ٣١° شمالا فى المكسيك على الساحل الشمالى لخليج كاليفورنيا (لمدة ٢٠ سنة) نجد أن :

جدول (٦)

متوسط الحرارة (بالمئوى) والمطر (سم) فى محطة توكسون باريزونا، وبورتو باناسكو/ فى سونورا بالولايات المتحدة والمكسيك

	توكسون – اريزونا			بورتو باناسكو – سونورا				
	الصيف	الشتاء	السنوى	الصيف	الشتاء	السنوى	التمييز	المنطقة
متوسط الحرارة	٣٠	١٠	١٩	٢٩	١١	٢٠	مئوية	أريزونا
متوسط المطر	١٩٤,٤٦	١٣٨,٠٧	٣٣٢,٥٤	٥٣,٦٤	٤٩,٩٩	١٠٣,٦٣	سم	المكسيك

المصدر : After Hodges et al., p.60

١- فى اريزونا نجد أن معامل دى مارتون للجفاف (القحولة) :

= ٣٣٢,٥٤ ÷ (١٩ + ١٠)

= ٣٣٢,٥٤ ÷ ٢٩ = ١١,٥

٢- فى شمال غرب المكسيك = ١٠٣,٦٣ ÷ (٢٠ + ١٠)

= ١٠٣,٦٣ ÷ ٣٠ = ٣,٥

٣- يلاحظ أن منطقة وسط وغرب أريزونا – وهى صحراء تقطعا الأنهار تظهر أنها استبس جاف (لأنها أكبر من ١٠) بينما فى شمال غرب المكسيك تكون المنطقة معامل جفافها حسب دى مارتون ٣,٥ ، أى أنه يشير إلى وجود صحراء حقيقية من الناحية الهيدروجرافية (المائية) أو من الناحية النباتية لأنه يقل عن ٥ ، والمعامل ذو القيمة ٥ يشير إلى مثل هذه الحالات، وبالتالى فإن الصحراء هنا – وهى صحراء سونورا تكون ليست قاحلة فقط، بل تكون شديدة القحولة والتى يقترب منها المعامل فى الرياض – بالسعودية والذى يبلغ ٢,٥ كما سبق الذكر.

(٣) التطبيق على تشاد (بأفريقيا) :

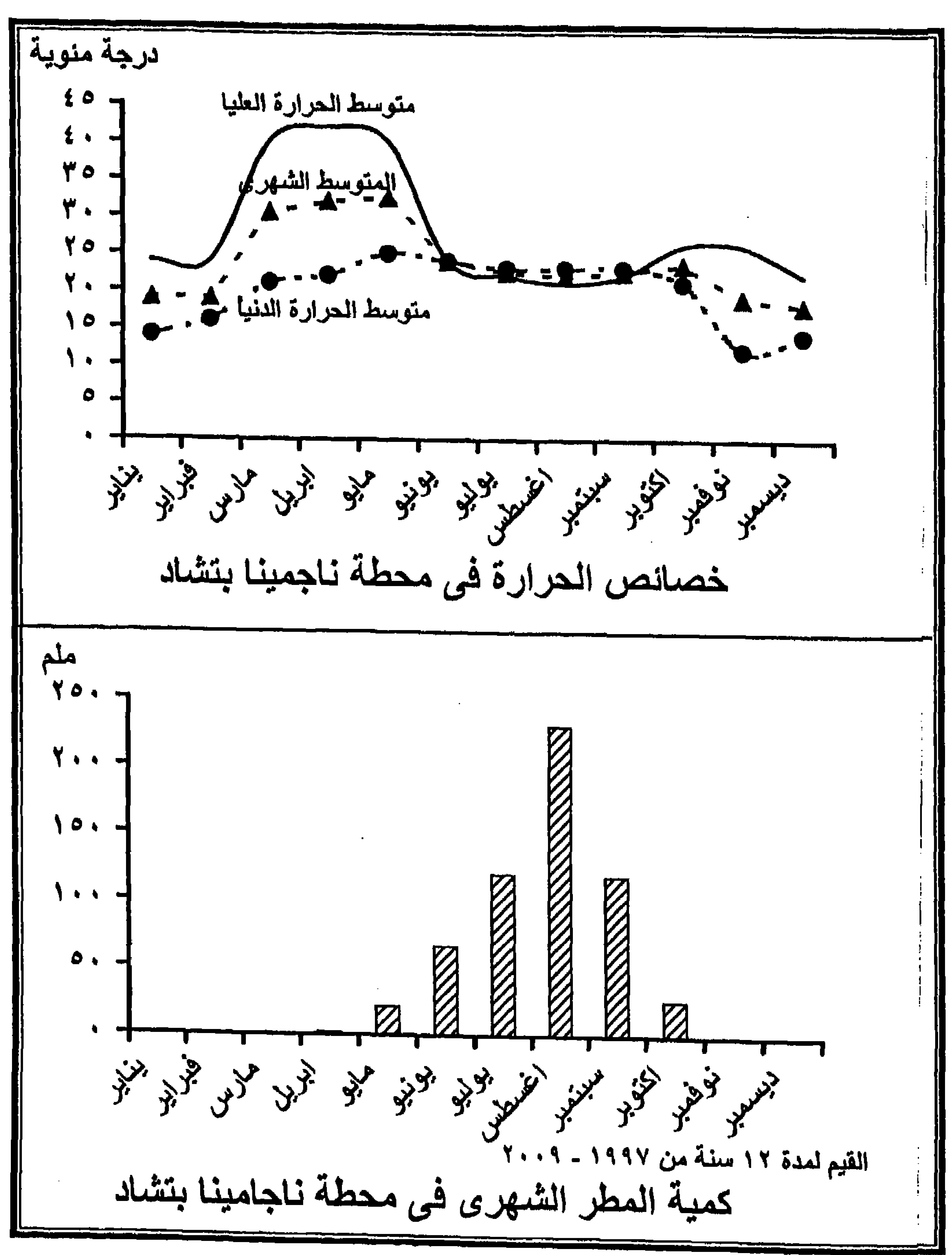
يمثل هذا الموقع فى التطبيق محورا هاماً، حيث تقع معظم أراضـــي تـــشاد ضمن إقليم الساحل بأفريقيا، ومن هنا فإن هناك مناطق مطيرة صيفا تقع فى نطاق السافانا – المتوسطة أو الفقيرة حسب درجة المطر والغنى النباتى.

وقد تم اختيار محطة نجامينا (العاصمة) للتطبيق، حيث تقع على خط عرض ١٠ َ ١٢ °شمالاً، وخط طول ٠٠ ١٥ ° شرقا. وبيانات الجدول رقم (٧) توضـــح عنصرى الحرارة والمطر، لمدة ١٢ سنة (١٩٩٧م/ ٢٠٠٩) ، وهى على ارتفـــاع ٢٩٤ مترا من مستوى البحر.

جدول (٧)

خصائص الحرارة والمطر فى محطة نجامينا فى تشاد للفترة ١٩٩٧/ ٢٠٠٩

الشهر	متوسط أعلى حرارة بالمئوى	متوسط أدنى حرارة بالمئوى	معدل الحرارة بالمئوى	كمية المطر بالمليمتر
يناير	٢٤	١٤	١٩	–
فبراير	٢٢	١٦	١٩	–
مارس	٤٠	٢١	٣٠,٥	–
ابريل	٤٢	٢٢	٣٢	٢
مايو	٤٠	٢٥	٣٢,٥	٢١
يونية	٢٤	٢٤	٢٤	٦٦
يولية	٢٢	٢٣	٢٢,٥	١٢٠
أغسطس	٢١	٢٣	٢٢	٢٣٠
سبتمبر	٢٢	٢٣	٢٢,٥	١١٩
أكتوبر	٢٦	٢١	٢٣,٥	٢٦
نوفمبر	٢٦	١٢	١٩	–
ديسمبر	٢٢	١٤	١٨	–
المجموع	–	–	–	٥٨٤



خصائص الحرارة والمطر فى محطة ناجامينا -تشاد

شكل (٨)

وبتطبيق معامل الجفاف عند (دى مارتون) يتضح الآتى :

١- مجموع متوسط الحرارة = ٢٨٤

والمتوسط السنوى للحرارة = ٢٨٤ ÷ ١٢ = ٢٣,٦°م

٢- مجموع المطر السنوى = ٥٨٤ ملليمتر جدول (٧) و شكل (٨).

٣- معامل الجفاف = ٥٨٤ ÷ (٢٣,٦ + ١٠)

= ٥٨٤ ÷ ٣٣,٦ = ١٧,٤

٤- لما كانت قيمة المعامل ١٠ تشير إلى الاستبس الجاف

وقيمة المعامل ٢٠ تشير إلى البرارى

والمعامل الناتج هنا = ١٧,٤ أى يقع بينهما

إذن المنطقة تمثل منطقة حشائش أقرب إلى الغنى منها إلى الفقيرة خاصة إذا عرفنا أن نطاق السافانا فى أفريقيا يقع ما بين ١٠ – ١٨ ° شمالا (جنوبا) وأن الموقع الفلكى للمنطقة هنا هو ١٠ ١٢° شمالا أى فى نطاق السافانا الغنية.

(٤)أمثلة تطبيقية أخرى فى البيئة العربية :

أ- فى وسط الأردن فى منطقة القطرنه الواقعة فى محافظة الكرك وصل معامل الجفاف عند ديمارتون إلى ٤,١ ويعكس أن المنطقة صحراء قاحلة Arid.

ب- فى السودان فى محطة كادوجلى فى كردفان على خط عرض ١٢° شمالا وصل المعامل إلى ٧٦٤ مم ÷ (٢٧ + ١٠) = ٢٠,٥ وهى منطقة سافانا غنية، وغزيرة المطر.

ج- فى القدس فى فلسطين وصل المعامل إلى ٦٩٣ ملليمتر ÷ (١٦,٦ + ١٠) = ٢٦ أى منطقة برارى، وهى هناك حشائش مشجرة.

د- فى ليبيا فى محطة طبرق على الساحل الليبى وصل المعامل = ١٩٠,١ مم ÷ (٢٠,٢ + ١٠) = ٣,٦ أى استبس جاف وهى حشائش فى حوض البحر المتوسط.

ثالثا : تصنيف الجفاف :

ظهرت عدة تصنيفات للجفاف، وأحواله وليس لمناطقه وتوزعـه المكـاني. فهناك تصنيف حجمى (هل الجفاف جزئى أم كلى ؟) وهنـاك تـصنيف لـدرجات الأخطار المرتبطة بنقص المطر، وهناك تصنيف ثالث حسب حالة المطر، ويمكـن ذكر ذلك على النحو التالى :

(١) تصنيف هيئة المطر البريطانية :

ظهر هذا التصنيف عام ١٩٣٩، حيث صنفت الهيئة الجفاف إلى ثلاث فئات وهى كتالى (Gurjar & Jat, 2008, p.259) :

أ- جفاف مطلق absolute drought : ويحدث ذلك حينما يصبح التساقط العادى أقل من ٠,٠١ من البوصة يومياً (٠,٢٥مم) بشكل مستمر لمدة ١٥ يوما.

ب-جفاف جزئى partial drought : ويظهر حينما يكون معدل التساقط أعلى من ٠,٠١ من البوصة (٠,٢٥مم) أو أكثر ولمدة ٢٩ يوما على الأقل بشكل مستمر.

ج- نوبة جفاف dry spell : ويظهر حينما يكون المطر المتساقط أقل من ٠,٠٤ من البوصة (١ ملليمتر واحد) وبشكل مستمر لمدة ١٥ يوما.

(٢) تصنيف قسم الأرصاد الهندية :

يشير قسم الأرصاد بالهند إلى أن الجفاف يحدث إذا قل تساقط المطر الفعلـى إلى ٧٥% عن المعدل العام للتساقط بالإقليم الجغرافى. ولهذا فإنه قـام بتـصنيف الجفاف إلى شكلين :

أ- **جفاف عادى** normal : ويظهر حينما يقل المطر الـسنوى إلـى ٧٥% بالنسبة للتساقط السنوى المعتاد أى أن نسبة غياب المطـر تـصل ٢٥%، بينما يقل التساقط الشهرى إلى ٦٠% أو أقل من ذلك قياسا على التـساقط الشهرى المعتاد.

ب- جفاف قاس sever : وتظهر هذه الدرجة من الجفاف إذا كان غياب المطر بنسبة ٢٦ - ٥٠% عن التساقط المعتاد.

(٣)التصنيف الاسترالى :

تم فى استراليا وضع تصنيفا للجفاف وجاء كالتالى حسبما ذكره سميت وبيتلى (Smith & Petley, 2009, p.267)

أ- جفاف قاسى sever deficiency :

وفيه يقل سقوط المطر بنسبة ٥% عن معدل التساقط، وذلك لمدة لا تقل عن ٣ شهور.

ب-ب - جفاف خطر Serious :

وفيه يقل سقوط المطر بنسبة ١٠% عن معدل التساقط، وذلك لمدة لا تقل عن ٣ شهور.

ما هى سنة الجفاف ؟

تعرف السنة الجافة بأنها تلك السنة التى يتناقص فيها سقوط المطر عن كمية التساقط فى السنوات المعتادة. ولكن ما هى حدود هذا التناقص ؟

من هذا المنطلق يشار عادة إلى أنه تحسب السنة بأنها سنة جفاف إذا قلت كمية سقوط المطر إلى ٧٥% فقط من كمية التساقط المعتادة، أو أقل من ذلك. أى أنها السنة التى يقل فيها التساقط إلى ٧٥% فقط عن متوسط التساقط السنوى. بمعنى آخر إذا قلت كمية التساقط فى هذه السنة إلى نسبة ٢٥% من متوسط الكمية السنوية.

التطبيق :

إذا أخذنا محطة نجامينا فى تشاد والتى تقع فى إقليم السافانا -بإقليم الساحل فى أفريقيا ، وحيث أن كمية المطر السنوى متوافرة للفترة (١٩٣٢-١٩٩٠) وهى

فترة كافية للدراسة والتطبيق فإنه يمكن حساب متوسط المطر السنوى وهو = ٦٢٥ ملليمتر، لفترة ٥٩ سنة.

وبفحص قيم المطر السنوى أمكن تحديد ٧٥% من متوسط كمية المطر وهى = ٤٦٨ ملليمتر وقيمة ٥٠% من متوسط كمية المطر = ٣١٢,٥ ملليمتر (نصف الكمية)

ومن هنا فإنه :

٤- الجفاف العادى = نقص المطر السنوى بنسبة ٢٥% أو أقل.

٥- الجفاف القاسى = نقص المطر السنوى ٢٥% - ٥٠%.

٦- الجفاف الكارثى = نقص المطر السنوى بنسبة أكبر من ٥٠% عن المتوسط

وقد أمكن تحديد السنوات التى قل فيها المطر عن مقدار المتوسط (٦٢٥ ملليمتر وهو متوسط التساقط للفترة)، ثم حسبت نسبة النقص عن المتوسط وهى :
نسبة تناقص المطر =

(١) نحسب أولاً نسبة المطر الساقط = كمية المطر فى سنة التناقص × ١٠٠
المتوسط العام للمطر السنوى

(٢) نسبة تناقص المطر = ١٠٠ % - نسبة المطر الساقط

المثال : (١) عام ١٩٣٤ كمية المطر = ٥٢٤ ملليمتر

(٢) متوسط المطر السنوى (خلال الفترة ١٩٣٢-١٩٩٠) = ٦٢٥ ملليمتر

(٣) نسبة المطر الساقط = ٥٢٤ × ١٠٠ = ٨٣,٨ %
٦٢٥

(٤) نسبة العجز فى سقوط المطر = ١٠٠% - ٨٣,٨% = ١٦,٢%

(٥) للحكم على حالة الجفاف نجد أنه = جفاف عادى (أى أقل من ٢٥%)

وبتطبيق ذلك على عدد سنوات الجفاف فى نجامينا كما فى جدول (٨) وجد أن هناك ٢٧ سنة حدث بها جفاف أى بنسبة ٦٣% من عدد سنوات الدراسة حدث بها جفاف، ولذلك فإن معدل حدوث الجفاف أو تكرار حدوثه يكون عالى.

وبتصنيف درجات الجفاف drought فى تشاد (محطة نجامينا) فإنــه يمكــن وضع حالات الجفاف بدرجاتها المختلفة على النحو التالى :

١- **جفاف عادى** : وهى التى يتناقص فيها المطر بنسبة ٢٥% أو أقل من ذلك، وقد وجد أن هذا الجفاف العادى حدث أو تكرر ٢٠ مرة فى محطة نجامينا.

٢- **جفاف قاسى** : وهى السنوات التىوصلت نسبة تناقص سقوط المطر فيها إلــى ٢٥% - حتى ٥٠% ، وعدد تكرار هذا الجفاف القاسى زاد إلى ١٥ سنة خلال الفترة المدروسة (١٩٣٢-١٩٩٠) مما يدل على شدة تأثير الجفاف فــى إقلــيم الساحل بأفريقيا شكل (٩).

٣- **جفاف كارثى** : وهى السنوات التى قل سقوط المطر فيها بنسبة تزيد عن ٥٠% للمتوسط السنوى للتساقط بالمحطة، أى أقل من نــصف الكميــة (أقــل مــن ٣١٢,٥ملليمتر). وقد حدث هذا النوع من الجفاف فى تشاد - بإقليم الــساحل = وبالتالى إقليم الساحل كله مرتين خلال الفترة المدروسة، وذلــك فـــى ســنتى ١٩٨٤، ١٩٩٠.

ويلاحظ أن الجفاف الكارثى يحدث عادة امتداد أو بين سنوات الجفاف القاسى حيث تتطور حالة الجفاف القاسى وتسوء بحيث أن قلة المطــر تــؤدى تــدريجيا بالانتقال من حالة الجفاف القاسى إلى حالة الجفاف الكارثى. وهذا حدث فى عــام ١٩٨٤، حيث أن الجفاف القاسى بدأ بجفاف عادى عام ١٩٧٩ ثم جفاف قاسى عام ١٩٨٠ واستمر على نفس الدرجة ونفس الوتيرة حتى عام ١٩٨٣ مما أدى بالانتقال إلى حالة الجفاف الكارثى عام ١٩٨٤.

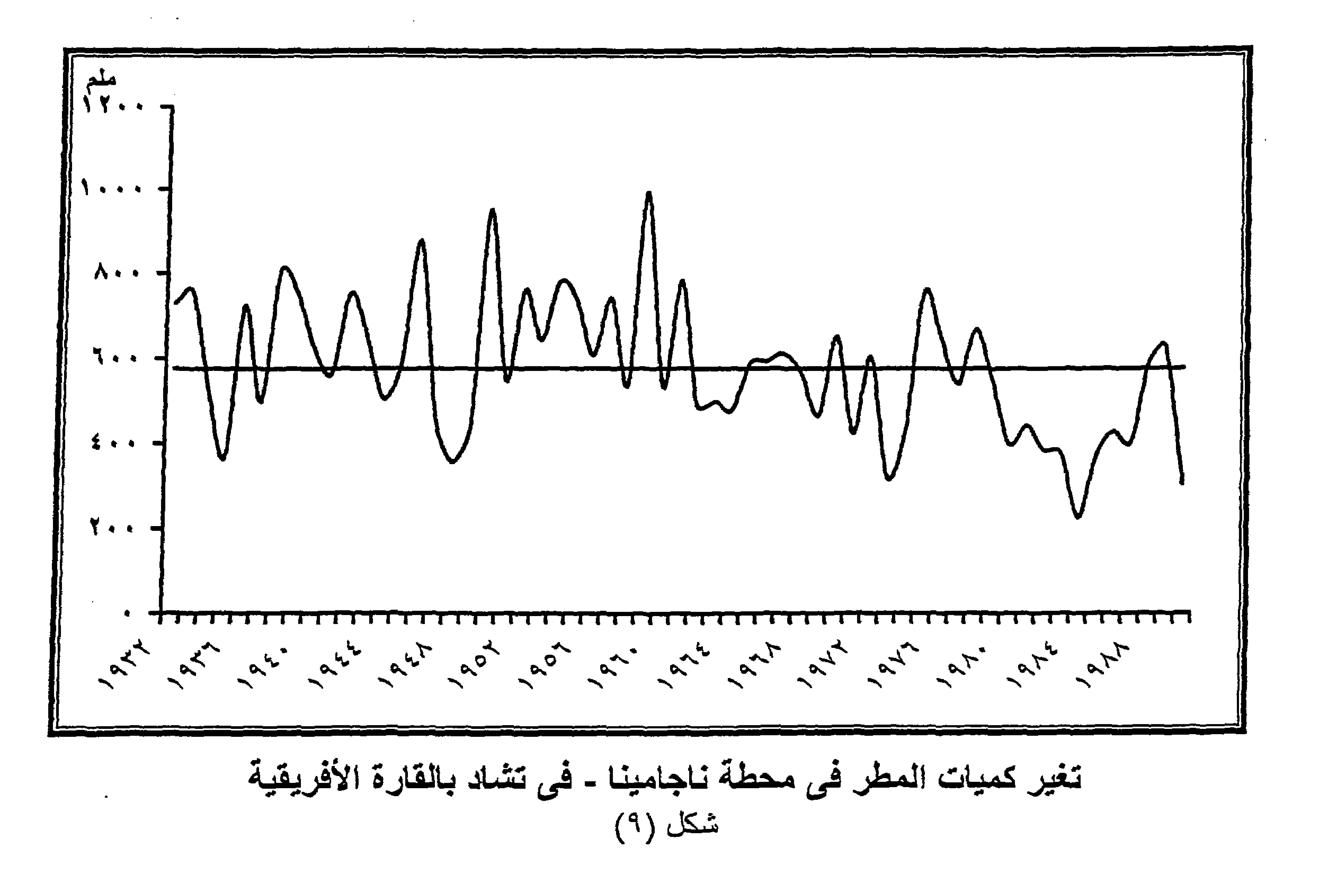
نموذج تطبيقى فى استراليا :

إذا أخذنا أحد المحطات المناخية ولتكن محطــة بــروكن هــل Broken Hill الواقعة على خط طول ١٥ َ ١٤١ ° شرقا وعلى خــط عــرض .. َ ٣٢ ° جنوبــاً تقريبا، نجد أن خصائص المطر خلال الفترة (١٩٠٠-٢٠٠٩) هى علــى النحــو التالى جدول (٩) :

جدول (٨)
سنوات النقص ونسبة الجفاف المطرى فى محطة نجامينا – فى تشاد فى الفترة (١٩٣٢–١٩٩٠)

السنة	الكميــــة بالمليمتر	نــسبة الــنقص %	صــفة الجفاف	السنة	الكميــة بالمليمتر	نــسبة الــنقص %	صفةالجفاف
١٩٣٤	٥٢٤	١٦	عادى	١٩٦٨	٥٦٢	١٠	عادى
١٩٣٥	٣٦٧	٤١	قاسى	١٩٦٩	٤٦٥	٢٥,٦	قاسى
١٩٣٧	٤٩٨	٢٠,٣	عادى	١٩٧١	٤٢٣	٣٢,٣	قاسى
١٩٤١	٥٦٤	٩,٧	عادى	١٩٧٢	٦٠٣	٣,٥	عادى
١٩٤٤	٥٠٥	١٩,٢	عادى	١٩٧٣	٣١٦	٤٩,٤	قاسى
١٩٤٥	٥٨٨	٥,٩	عادى	١٩٧٤	٤٢٥	٣٢	قاسى
١٩٤٧	٤٥٦	٢٧	قاسى	١٩٧٧	٥٤٠	١٣,٦	عادى
١٩٤٨	٣٥٤	٤٣,٤	قاسى	١٩٧٩	٥٤٧	١٢,٥	عادى
١٩٤٩	٤٣٥	٣٠,٤	عادى	١٩٨٠	٣٩٧	٣٦,٥	قاسى
١٩٥١	٥٥٠	١٢	عادى	١٩٨١	٤٤١	٢٩,٤	قاسى
١٩٥٦	٦٠٧	٢,٩	عادى	١٩٨٢	٣٨٢	٣٨,٩	قاسى
١٩٥٨	٥٣٨	١٣,٩	عادى	١٩٨٣	٣٧٦	٣٩,٨	قاسى
١٩٦٠	٥٣٤	٦٤,٦	عادى	١٩٨٤	٢٢٥	٦٤	كارثى
١٩٦٢	٤٨٨	٢١,٩	عادى	١٩٨٥	٣٦٤	٤١,٨	قاسى
١٩٦٣	٤٩٨	٢٠,٣	عادى	١٩٨٦	٤٢٧	٣١,٧	قاسى
١٩٦٤	٤٧٨	٢٣,٥	عادى	١٩٨٧	٤٠٠	٣٦	قاسى
١٩٦٥	٥٨٧	٦	عادى	١٩٨٨	٥٨٤	٦,٦	عادى
١٩٦٦	٥٩٣	٥,١	عادى	١٩٩٠	٣٠٠	٥٢	كارثى
١٩٦٧	٦١٠	٢,٤	عادى	المعدل العام	٦٢٥		

الشبكة العنكبوتية والنسب وصفة الجفاف من عمل المؤلف.



تغير كميات المطر فى محطة ناجامينا - فى تشاد بالقارة الأفريقية

شكل (٩)

- فترة رصد المطر السنوى = ٩٩ سنة (هناك نقص بيانات من ١٩٧٩-١٩٨٥).
- أكبر كمية مطر سنوى سقطت بالمنطقة وصلت إلى ٨٣٨ ملليمتر عام ١٩٧٤.
- أقل كمية مطر سنوى سقطت كانت ٥٧,٤ ملليمتر عام ١٩٤٠.
- المتوسط السنوى للمطر فى الفترة المذكورة وصل ٢٤٥,٥ ملليمتر.
- الانحراف المعيارى لكميات المطر السنوى وصل ٨٨,٥ ملليمتر.
- لذا فإن معامل الاختلاف أو التباين فى كميات التساقط السنوى يبلغ ٠,٣٦
- ولهذا فإن نسبة الاختلاف فى التساقط السنوى وصلت إلى ٣٦%
- عدد السنوات التى قل فيها التساقط عن المتوسط السنوى للفترة كلها وصلت ٥٢ سنة، أى بنسبة ٥٢,٥% من إجمالى عدد السنوات. أى أن أكثر من نصف عدد السنوات المذكورة كان يحدث بها جفاف drought، حيث تخضع المنطقة للمطر الموسمى الذى يتأرجح فى كمياته من سنة لأخرى كما فى شكل (١٠).

ويلاحظ أيضا من الجدول أنه :

(أ) يوجد ٢٢ سنة متفرقة حدث فيها الجفاف من النوع العادى والذى تقـل كميـة المطر عن المتوسط العام بنسبة أقل من ٢٥% وأغلب هذه السنوات يتركز فى النصف الأول من القرن العشرين خاصة قبل الأربعينيات.

(ب) وجد أيضا الجفاف القاسى والذى تنخفض فيه كمية التساقط إلى (٢٥-٥٠%) وظهر أيضا ٢٢ مرة، وكانت سنواته متباعدة جدول (٩).

(ج) ظهر الجفاف الكارثى ٨ مرات متفرقة، وكان أغلب تركزه فى الأربعينيات من القرن الماضى (القرن العشرين) والعشرينيات والستينيات ، وفى عـام ٢٠٠٢ فى هذا القرن.

(د) إن جملة حالات الجفاف القاسى والجفاف الكارثى وصل ٣٠ مرة (٣٠ سـنة) خلال ٥٢ سنة وهذا أضر بالمحاصيل الزراعية كما سيأتى فيما بعد.


جدول (٩)

سنوات الجفاف فى محطة بروكن هل جنوب شرق استراليا

فى الفترة (١٩٠٠-٢٠٠٩)

السنة	نسبة تناقص المطر%	السنة	نسبة تناقص المطر %	السنة	نسبة تناقص المطر%	السنة	نسبة تناقص المطر %
١٩٠٠	٢٨,٢	١٩٢٢	٢٩,٩	١٩٤٠	٧٦,٦	١٩٦٧	٦٥,٥
١٩٠٢	٦٢,٩	١٩٢٤	٣٣,١	١٩٤١	٣٩,٩	١٩٦٩	٢٤,٨
١٩٠٤	٢٥,١	١٩٢٥	١٣,٣	١٩٤٣	٥١,٩	١٩٧٠	٢٥,٣
١٩٠٦	١٦	١٩٢٧	٦٠,٤	١٩٤٤	٤٤	١٩٧٢	٣١,٢
١٩٠٧	٥,٦	١٩٢٩	٤١,٧	١٩٤٥	٣٧,٥	١٩٧٧	٣٨,٣
١٩٠٨	٤,٤	١٩٣٠	١٥,٣	١٩٤٨	٥٥	١٩٨٦	١٠
١٩٠٩	١٧,٦	١٩٣٢	٢٦,٦	١٩٥١	٤١	١٩٩١	٣٤,٣
١٩١٠	١٢,١	١٩٣٣	٧,٧	١٩٥٣	٦,٦	١٩٩٤	٣١,٩
١٩١٣	٥٨,٤	١٩٣٤	٢٩,٤	١٩٥٧	٢٦,٤	١٩٩٩	٩,٦
١٩١٤	١٥,٨	١٩٣٥	٤٩,٢	١٩٥٩	٤٦,٣	٢٠٠٢	٦٧
١٩١٥	٩,٥	١٩٣٦	١٥	١٩٦٠	١٢,٦	٢٠٠٤	٢٣,٥
١٩١٨	١,٥	١٩٣٧	١,٦	١٩٦٥	٤٨,٢	٢٠٠٥	٩,٩
١٩١٩	١٠,٢	١٩٣٨	٣٥,٢	١٩٦٦	١٦,٣	٢٠٠٦	٣٦,٥

نسب التناقص من حساب المؤلف.



تغير كمية المطر فى محطة بروكن هل BROKEN HILL - استراليا
شكل (١٠)

الفصل الثالث

أنواع الجفاف

أنواع الجفاف Types of Drought

قسم سمث (Smith 2001, p.291) الجفاف إلى أربعة أنواع رئيسية، لكل نوع منها ظروفه الخاصة فى النشأة والتكوين والتأثير والتأثر وهى :

اولاً : الجفاف الميتيورولوجى : ويعرف بالجفاف الجوى وهو أقلها قسوة، وينتج هذا النوع عن نقص شديد غير متوقع فى كمية الأمطار المتساقطة وتشتد الحاجة للمياه من الأمطار فى هذه الحالة مما يتسبب فى كارثة. ويحدد هذا النوع حسب الطول الكلى لفترة الجفاف، ومن هنا فإنه يختلف من مكان لآخر. ففى ليبيا تكون الفترة سنتتان بينما تقل الفترة فى جنوب كندا إلى شهر، وفى جزيرة بالى (فى اندونيسيا) ٦ أيام فقط.

وهناك تحديدات أخرى تعتمد على كميات المطر المتساقط والذى يسقط بنسبة تقل عن معدل التساقط السنوى حيث يكون هذا المعدل محسوبا لعدد من السنوات كبيرة، خاصة إذا كان هناك فصل نمو زراعى أثناء سقوط المطر. وقد وظف هذا المفهوم فى استراليا، بحيث يصبح هناك جفاف إذا قل تساقط المطر إلى ١٠% عن كل التساقطات السابقة لنفس الفترة الزمنية من السنة، (Smith & Petley, 2009, p.265)

مثال تطبيقى :

إذا أخذنا استراليا كمنطقة للتطبيق والتى تعانى من أحداث الجفاف مثلما يعانى إقليم الساحل فى أفريقيا وإقليم غربى الهند وشمال شرق البرازيل وجنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية، فإنه تم اختيار ٣ محطات مناخية متباعدة فى الجنوب الشرقى وعلى خطوط عرض متباينة كما فى جدول (١٠) وتم حساب متوسط المطر فى كل محطة، وتم تحديد السنة الأكثر جفافاً فى سقوط المطر، وبعض السنوات الأخرى والتى ظهر فيها الجفاف القاسى من عام ١٩٠٠ حتى ٢٠٠٩ ويمكن أن نستنتج :

(١) أن الجفاف القاسي والكارثى فى جنوب شرق استراليا ظهر فى النصف الأول من

القرن العشرين وفى عام ١٩٣٨ تحديدا وسجلته محطة هاى ميلر Hay (Miller street) والتى تقع على أحد منابع نهر لاشلان أحد روافد نهرمرى فى وسط الجنوب الشرقى حيث قل المطر السنوى إلى ٢٠٥,١ ملليمتر بحيث قل عن المتوسط العام البالغ ٣٥١,٣ ملليمتر بنسبة ٤١,٦% ولذا فهو جفاف قاسى.

(٢) وقد تكرر هذا الحدث لجفاف المطر فى عام ١٩٨٢ وسجلت المحطة ٢١٤,٩ ملليمتر فقط ولذا كان المطر منخفضا بنسبة ٣٨,٨% عن المتوسط السنوى، وتكرر أيضا فى عام ١٩٨٧ وقل المطر بنسبة ٢٠% وإن كان هذا يمثل جفافا عاديا حيث تقل هذه النسبة عن ٢٥% هذا مع ملاحظة ان نسبة الاختلاف فى التساقط السنوى خلال الفترة المذكورة وصلت ٢٧% حيث أن:

نسبة الاختلاف = الانحراف المعيارى × ١٠٠

المتوسط

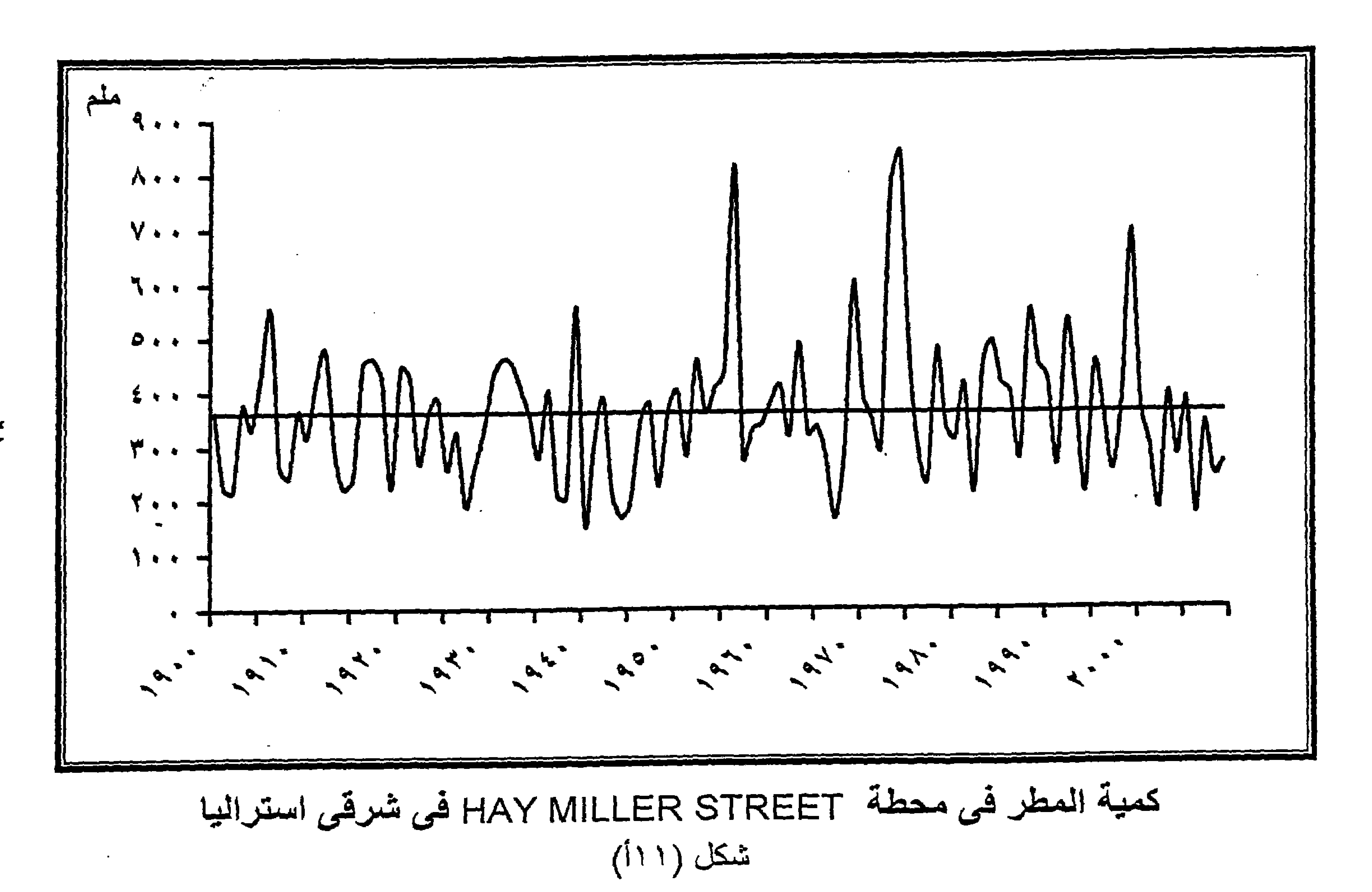
= ٩٥,٨ × ١٠٠ = ٢٧,٣%

٣٥١,٨

جدول (١٠)

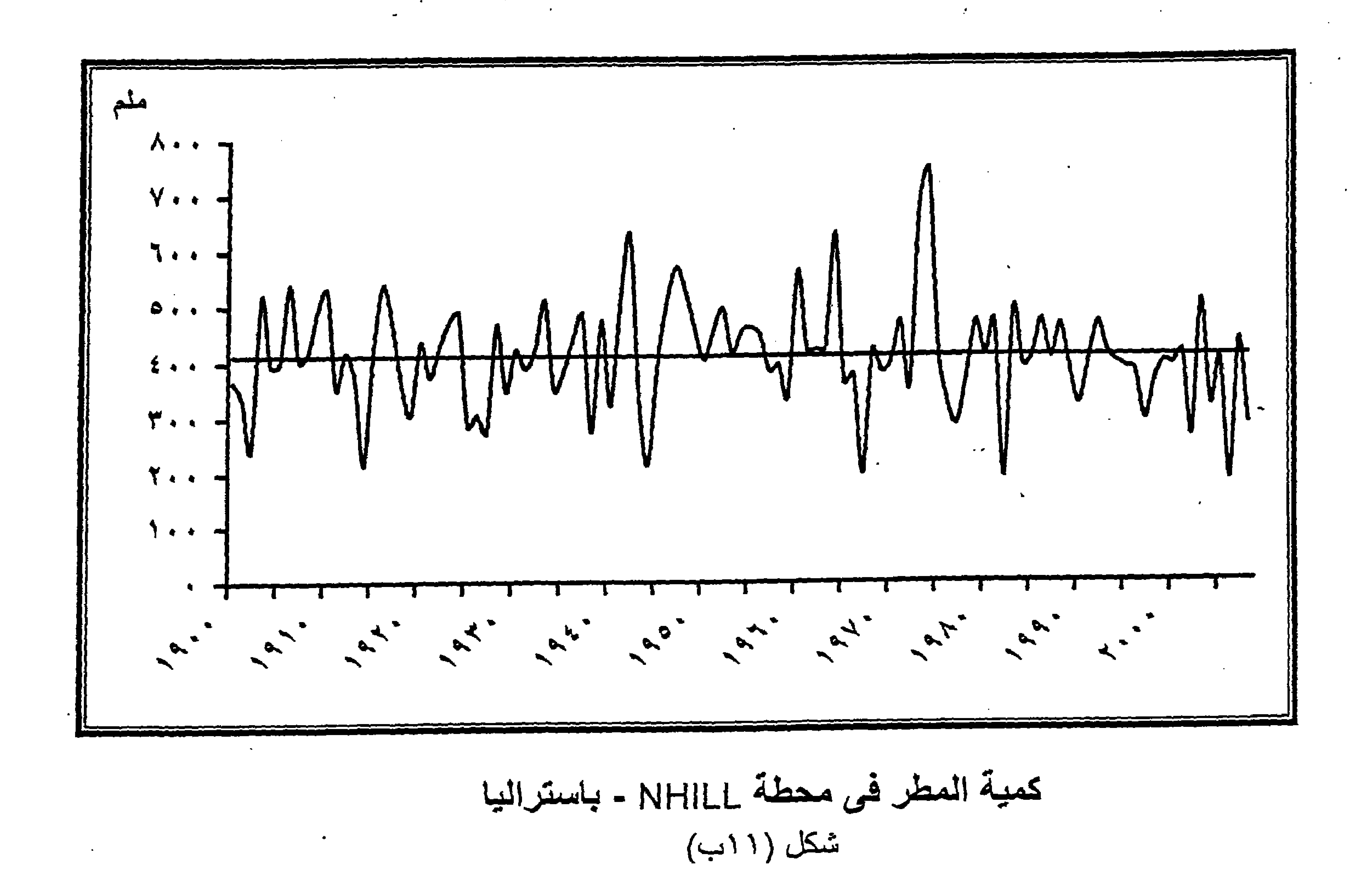
جفاف المطر فى بعض محطات شرق وجنوب شرق استراليا فى الفترة (١٩٠٠-٢٠٠٩)

اسم المحطة	سنة الجفاف	مقدار المطر	متوسط المطر مم	نسبة تناقص المطر%	خط العرض	بداية تسجيل البيانات	الانحراف المعيارى
هاى ميلر	١٩٣٨	٢٠٥,١	٣٥١,٣	٤١,٦%	٥٢ ٣٤°	١٩٠٠م	٩٥,٨
	١٩٨٢	٢١٤,٩		٣٨,٨%			
	١٩٨٧	٢٨١		٢٠%			
واجاواجا	١٩٨٢	٢٩٧,٨	٥٧٠,٣	٤٧,٨%	١٠ ٣٥°	١٩٤٢م	١٤٨,٤
	٢٠٠٦	٢٦٧,٢		٥٣,١%			
نيهل	١٩٦٧	١٩٩,٨	٤٠١,١	٥٠,٢%	٣٠ ٣٦°	١٩٠٠م	٨٣,٢
	١٩٨٢	١٩٤		٥١,٦%			



كمية المطر فى محطة HAY MILLER STREET فى شرقى استراليا

شكل (١١أ)



كمية المطر فى محطة NHILL - باستراليا

شكل (١١ب)

(٣) سجل فى محطة واجا واجا Wagga Wagga الواقعة على أعالى منـابع نهـر مولامين أحد روافد نهر مرى على الهوامش الغربية لجبال الألب الاسترالية منذ عام ١٩٤٢ سنتان حدث بهما جفاف هما ١٩٨٢، ٢٠٠٦، وسجلت نسبة تناقص المطر فى الحالة الأولى ٤٧,٨% بالطريقة التى سبق شرحها، وهـو جفاف قاسى. أما فى عام ٢٠٠٦ فإن جفاف المطر كان كارثياً حيث قل بنسبة ٥٣,١% عن المتوسط العام كما فى جدول (١٠). ووصل معامل الاخـتلاف لسقوط المطر بالمحطة ٢٦% مشابها فى ذلك معامل الاختلاف فـى محطـة هاى ميلر من خلال تطبيق معادلة نسبة الاختلاف.

(٤) فى محطة نهل NHILL والتى تقع فى الجنوب الشرقى، وإلى الشمال من متنزه الصحراء الصغرى جنوب غرب بحيرة هنـدمارتش فـى ولايـة فكتوريـا باستراليا والتى سجل المطر فيها منذ عام ١٩٠٠ حتى عام ٢٠٠٨، وجد أن متوسط المطر السنوى بلغ ٤٠١,١ ملليمتر وأن هناك سـنتان ظهـر فيهمـا الجفاف المناخى، وهو جفاف المطر وهما سنة ١٩٦٧ ، ١٩٨٢، وقل فيهما المطر عن ٢٠٠ ملليمتر بحيث بلغت نسبة تناقص المطر فيهمـا ٥٠,٢% ، ٥١,٦% عن المتوسط، وبذلك أصبح الجفاف فى الحالتين جفافا كارثيا، وإن كان معدل الاختلاف لسقوط المطر خلال الفترة بين السنوات ٢٠%.

(٥) يلاحظ من الجدول (١٠) بشكل عام أن الجفاف المناخى فـى جنـوب شـرق استراليا – ممثلا للمثال التطبيقى – يميل إلى الجفاف الكارثى والقاسى أكبـر ويندر أن يكون جفافا عاديا.

(٦) أن عدد السنوات التى ظهر فيها الجفاف المناخى فى محطة نهل ٤٣ سنة خلال فترة ١٠٦ سنة أى بنسبة ٤١% من عدد السنوات يتكرر فيها الجفاف من أى درجة من درجاته عاديا كان أم قاسى أم كارثيا.

(٧) بلغ عدد السنوات التى ظهر فيها نقص فى المطر وحـدوث جفـاف منـاخى بمختلف الدرجات فى محطة واجاواجا ٣٦ مرة خلال ٦٧ سـنة أى بنـسبة

٥٤% من عدد سنوات الرصد.

(٨) فى محطة هاى (ميلر ستريت) Hay Miller بلغ عدد السنوات التى ظهر فيها الجفاف المناخى من مختلف الدرجات ٥٣ سنة خلال ١١٢ سنة تم رصد المطر فيها (١٩٠٠-٢٠٠٩)، أى أن الجفاف ظهر فى المنطقة بنسبة ٤٧,٣% من عدد سنوات الرصيد.

بهذا يتضح أن جنوب شرق استراليا بمختلف مناطقه تظهر حالات الجفاف المناخى بمعدل :

١- فى محطة هاى ميلر مرة / ٢,١ سنة (١١٢ سنة ÷ ٥٣)

٢- فى محطة واجاواجا مرة / ١,٩ سنة (٦٧ سنة ÷ ٣٦)

٣- فى محطة نهل مرة / ٢,٥ سنة (١٠٦ سنة ÷ ٤٣)

ولذلك فإن الجفاف المناخى كثير الحدوث فى استراليا خاصة الركن الجنوبى الشرقى، وإن اختلفت درجته من مرة إلى أخرى، وأن معدل حدوث الجفاف المناخى فى المحطات المدروسة هو معدل عالى يتراوح بين سنتان وثلاث سنوات، ولذا فإن تكرار حدوثه يكون بمعدل سريع، ومؤثر على الزراعة - وعلى الجفاف الزراعى والجفاف الهيدرولوجى.

ثانيا : الجفاف الهيدرولوجى Hydrological drought : ويحدث نتيجة هبوط مستوى التدفق الطبيعى فى مياه الأنهار وانخفاض مستوى المياه فى النهر أو هبوط مستوى المياه الجوفية أو فى مستوى مياه البحيرات الطبيعية أو تلك الموجودة أمام السدود وتقل قدرتها على إمداد السكان بالمياه المطلوبة للحياة والأنشطة البشرية المختلفة، وتبلغ فترة رجوع هذا النوع من الجفاف إلى ١ : ٤٠٠ سنة فى بعض المناطق مثلما حدث فى إنجلترا وويلز.

(١) جفاف الأنهار :

يوجد الجفاف الهيدرولوجى إذا قلت كمية المياه فى النهر عن متوسط الجريان

فى نفس الفترة من السنة، أو إذا قل إجمالى تصرف النهر السنوى عن المتوسط العام لكمية تصرف النهر (Smith & Petley, 2009, p.266). فالأنهار تجف شتاءً فى العروض العليا خاصة فى أعالى الأنهار بسبب التجمد، أو تلك التى تجف بسبب انعدام المطر شتاءً كما فى معظم الأنهار الهندية حيث تجف معظم مياه الأنهار قبل هبوب الرياح الموسمية الصيفية المحملة ببخار الماء.

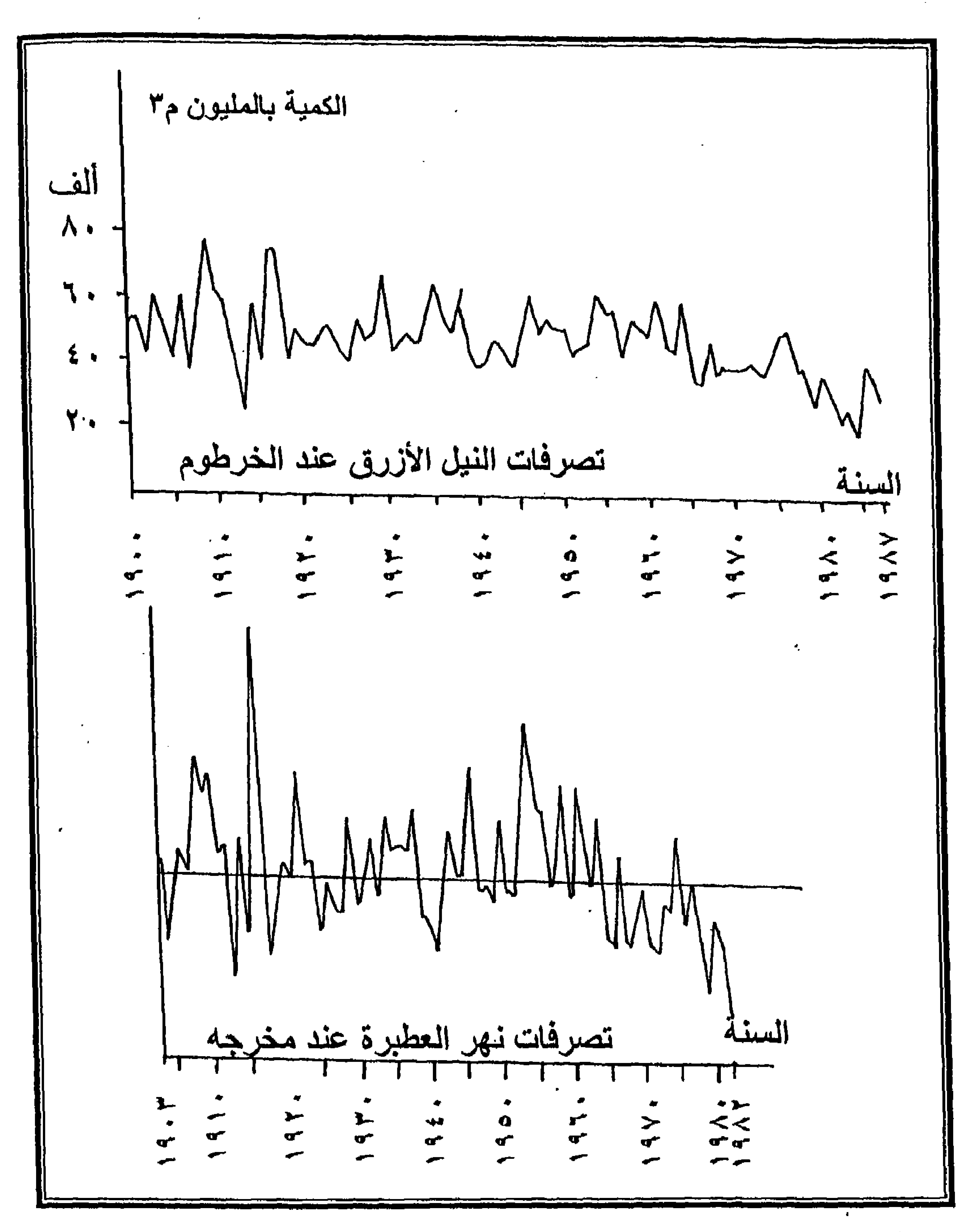
ومن الأمثلة التطبيقية على ذلك : نهر النيل وأنهار جنوب غرب الولايات المتحدة، وأنهار القارة الأوربية.

ففى نهر النيل نأخذ أحد روافده الرئيسية وهو النيل الأزرق الذى ينبع من بحيرة تانا وهضبة الحبشة والذى يسهم بنحو ٦٠% من مائية نهر النيل وتصل عند الخرطوم لتلتقى بمياه النيل الأبيض هناك. ففى الفترة ١٩٠٠-١٩٨٧ بلغ عدد السنوات ٨٨ سنة وصل فيها متوسط التصرف السنوى للنيل الأزرق عند الخرطوم ٤٩ مليار متر مكعب خلال الفترة المذكورة. ومع ذلك فإنه قد ظهرت فى السنوات المائية للنهر سنوات جافة، قل فيها تصرف النهر عن المتوسط السنوى وبنسبة كبيرة، كما هو موضح فى جدول (١١).

جدول (١١)

سنوات الجفاف الهيدرولوجى للنيل الأزرق بالسودان فى الفترة ١٩٠٠-١٩٨٧ بالمليار م٣

سنوات الجفاف	كمية تصرف النهر	نسبة النقص المائى %
١٩١٣	٢٥,٧	%٤٧,٦
١٩٧٩	٢٨,٩	%٤١,٥
١٩٨٢	٢٥,٤	%٤٨,٢
١٩٨٣	٢٧,٦٢	%٤٣,٦
١٩٨٤	١٩,٥٣	%٦٠,١
١٩٨٧	٣٢,٢	%٣٤,٣
متوسط التصرف العام هنا = ٤٩ مليار		%٦٠-٣٤



تصرفات نهرى العطبرة والنيل الأزرق فى السودان فى القرن العشرين

شكل (١٢)

ويلاحظ من الجدول (١١) وشكل (١٢) أن أشد السنوات جفافاً للنيل الأزرق فى القرن العشرين ، تمثل فى مجملها فترتين : الأولى فى أوائل العقد الثانى من القرن العشرين عام ١٩١٣ حيث انخفضت كمية التصرف السنوى للنهر بمقدار ٤٧,٦٥% عن المتوسط العام. والفترة الثانية منذ عام ١٩٧٩ حتى ١٩٨٧ وبلغ الجفاف الهيدرولوجى للنهر أشده عام ١٩٨٤ حيث انخفضت الكمية بنسبة ٦٠,١% عن متوسط كمية التصرف، وهو جفاف كارثى، وسرعان ما تحسنت الظروف مع غزارة الأمطار فى عام ١٩٨٨ وحدث الفيضان المدمر فى السودان.

والتطبيق الثانى يظهر فى المياه النهرية فى الولايات المتحدة فى الفترة ١٩٣٠-١٩٥٠ حيث ظهر الجفاف فى نهر ريوجراند فى منابعه فى ولاية تكساس، والذى لم يستقبل سوى ٢% فقط من المياه مقارنة بالمتوسط العام الذى كانت تجرى فى النهر (Gurjar & Jat, 2008).

وفى نهر المسيسبى بالولايات المتحدة حدث الجفاف الهيدرولوجى والذى بلغ أشده عام ١٩٣٦، وقلت تصرفات النهر في الروافد التى ترفد إليه والتى منها نهرى أوهايو Ohio والمسيسبى. وقد بلغ الجفاف النهرى هنا أشده عام ١٩٨٨ وكان الأشد قسوة فى نهر المسيسبى منذ عام ١٩٣٦، وتسبب هذا الانخفاض فى مياه النهر بأن أدى إلى هبوط توليد الطاقة الكهربائية من النهر بنسبة ٤٠-٤٥% قياسا على المعدل العام لإنتاج الطاقة الكهرومائية (Smith & Petley, 2009, p.266)

وفى قارة أوربا انتشر الجفاف الهيدرولوجى فيها مثلما الحال فى انتشاره فى العالم فى السبعينيات من القرن العشرين (الماضى) ، حيث انتشر الجفاف فى شمال غرب أوربا. ففى شتاء ١٩٧٥-١٩٧٦ سجلت أنهار أوربية كثيرة انخفاضا فى مستوى التدفق (Ibid).

(د) جفاف البحيرات العذبة :

يُمثل جفاف البحيرات العذبة الهيئة الثانية للجفاف الهيدرولوجى فى العالم، حيث أن انخفاض مستوى البحيرات من هذا النوع يعكس نقصاً فى الحجم المائى

الذى يتضمنه جسم البحيرة، بصرف النظر عن مصدر المياه للبحيرة، هل الأنهار أم الأمطار، ولنضرب أمثلة على ذلك.

ففى مصر شهدت بحيرة ناصر أمام السد العالى جفافًا هيدرولوجيا حيث انخفض منسوب المياه فى البحيرة ليصبح مستوى الماء بها على ارتفاع ١٤٩ متراً ، وهذا معناه أن الكمية التى اصبحت فى البحيرة ٦ مليار متر مكعب فقط من التخزين الحى (الذى يمكن الحصول عليه واستغلاله) مما هدد بوقف توربينات توليد الكهرباء (بترجى، ١٩٩٢، ص ١٢٣).

والمثال الثانى هو من الولايات المتحدة الأمريكية، حيث أنه فى الفترة ١٩٣٠-١٩٥٠ والسابق ذكرها بالسنبة لنهر المسيسبى - حدث جفاف لبحيرة لانيير Lanier تماما، ولبحيرة لاس فيجاس التى تكونت أمام سد هوفر على نهر كلورادو عند مدينة لاس فيجاس فيما بين السد وبين خانق بولدر Bolder Canyon، وبحيرة ميد وهى أعلى قليلا من لاس فيجاس وإلى الشمال منها، وعلى نهر كلورادو أيضاً ولكنها تكونت عند مصب نهر مودى Muddy أحد الروافد العليا لنهر كلورادو فى نطاق خانق كلورادو. وقد حدث جفاف هيدرولوجى لبحيرات أخرى أمام السدود وانخفض منسوبها ١٢ قدما (نحو ٤ أمتار)، وانخفض منسوب بحيرتى لاس فيجاس وميد إلى ٦٠ قدماً (نحو ٢٠ متراً) (Gujar & Jat, 2008).

(٣) انخفاض مستوى الماء الجوفى :

يمثل هبوط المياه الجوفية وانخفاض مستواها فى باطن الأرض الهيئة الثالثة لصور الجفاف الهيدرولوجى، وينتج ذلك إذا قلت تغذية المياه الباطنية بالمياه، أو اشتد استخراج الماء الجوفى وتعرض للاستنزاف، وهذا يزيد صعوبة الحصول على المياه تدريجيا. ولنضرب أمثلة على ذلك.

ففى مصر يتم سحب كميات كبيرة من المياه الجوفية فى الصحراء الغربية، منذ أن بدا تعمير الوادى الجديد أوائل الستينيات من القرن العشرين، وأدى هذا إلى هبوط مستوى الماء الجوفى الموجود فى طبقات صخور الحجر الرملى النوبى

بمعدل عدة أمتار / السنة، ولذا يقدر الانخفاض عام ٢٠٧٠م فى الواحات البحرية وواحة الفرافرة أنه سيصل إلى ١٣٠ متراً وفى شرق العوينات إلى نحو ١٠٠ متر (Solimans, 1998, p.236)

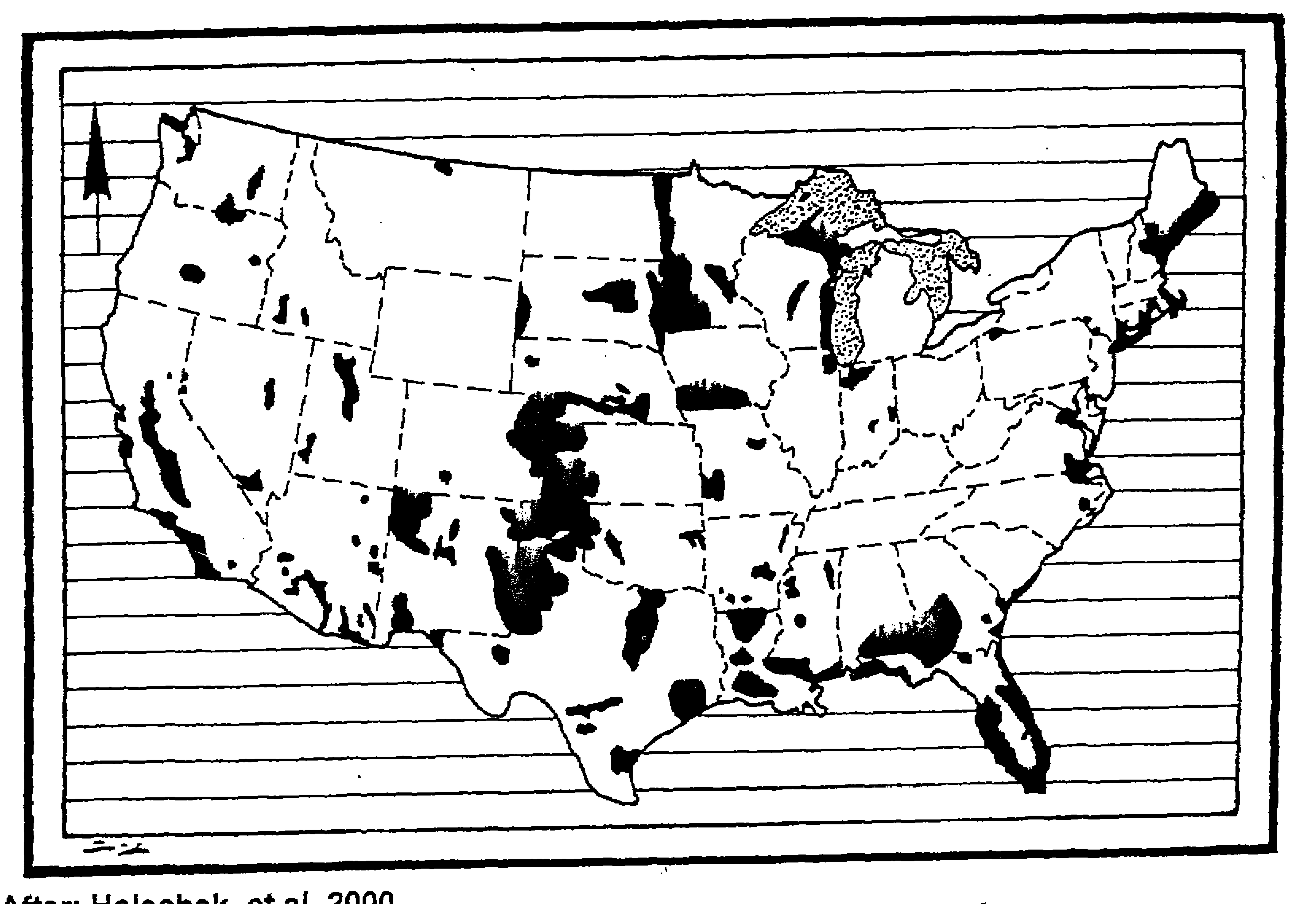
أما فى قارة أوربا نتيجة للجفاف المناخى عام ١٩٧٥-١٩٧٦ فإنه قد قلت كمية تغذية المياه الجوفية والخزان الجوفى فى إنجلترا وويلز وانخفضت كمية التغذية بمقدار ٣٠% عن المعدل العادى (Smith & Petley, 2009, p.266)

ومن الأمثلة الواضحة فى آسيا هى الصين. فقد سجل هبوط مستوى الماء الجوفى هناك، وسجلها السكان وقاموا بتبليغ الحكومة الصينية، وأشارت الانطباعات إلى حدوث هبوط الماء الجوفى فى شنغهاى مما تسبب فى هبوط سطح الأرض فى الفترة بين ١٩٢١ – ١٩٦٥ بمقدار ٢,٦٣ متر. كما سجل الهبوط أيضا فى تيان شان وفى شمال سهل الصين الشمالى (Carbognin, 1985, p.9) ويشير بوستيل (١٩٩٢) أيضا إلى أن هبوط مستوى المياه على طول امتداد مناطق زراعية شاسعة، وتحت العاصمة بكين ينخفض مستوى الماء بنحو ١ – ٢ متر.

وفى الولايات المتحدة الأمريكية نجد أن مناطق كثيرة موزعة بالدولة قد حدث فيها نقص فى المياه الجوفية، سواء فى الشمال الشرقى أو الجنوب الشرقى والجنوب أو نطاق السهول الوسطى بكل مكوناته المناخية الحارة جنوبا والمعتدلة فى الوسط والباردة شمالاً أو فى الجنوب الغربى والغرب حيث توجد المناطق الصحراوية والتلال والهضاب والسهول النهرية، والمناطق التى تتعرض للجفاف المناخى drought أو تتسم بأنها قاحلة وشبه قاحلة semi arid كما هو واضح فى شكل (١٣).

المملكة العربية السعودية :

ظهر الجفاف الهيدرولوجى من هيئة أو صورة انخفاض المياه الجوفية تقريبا فى معظم مناطق المملكة. وقد ذكر البعض بأنه بعد صيف عام ٢٠٠٢ والذى اتسمت مناطق عسير فى ذلك العام بقلة سقوط المطر فإنه جف نحو ٨٠% من الآبار الجوفية التى حفرت فى أودية المنحدرات الشرقية والمناطق الداخلية فى عسير.



After: Holechek, et al, 2000.

أقاليم هبوط مستوى الماء الجوفي بالولايات المتحدة حتى ٢٠٠٠
شكل (١٣)

أما فى المنطقة الشرقية خاصة فى واحتى الأحساء والقطيف فإنه فـى عـام ٢٠٠٢ قد أدى الجفاف المناخى إلى جفاف عيون الماء، ونضوب ميـاه الآبـار أو نقص مستوى الماء فيها بشكل حاد لدرجة تصل إلى ٧ أمتار. وفى منطقة المدينـة المنورة جفت الآبار التى حفرتها مصلحة المياه والصرف الـصحى وبلـغ مقـدار الهبوط إلى نحو ٥ أمتار (الإدارة العامة للأرصاد وحماية البيئة، ٢٠٠٢). كما أنه فى المنطقة الوسطى خاصة فى منطقة الوشم الواقعة غرب جبـل طويـق وإلـى الشمال من الرياض، قد وصل معدل انخفاض الماء الجوفى إلى ٣,٣ متر/ الـسنة، وفى بعض المناطق ١,٩ متر / السنة (التركمانى ، ١٩٩٤، ص ١٩٦).

ثالثا : الجفاف الزراعى Agricultural drought : يوجد هذا النوع فى حالة عدم قدرة رطوبة التربة على استمرار نمو المحصول والإنتاج ونقص الميـاه فـى التربة عن حاجة النبات، ويعتمد هذا النوع من الجفاف على مقدار رطوبة التربـة، وكثيراً ما يصيب دولاً مثل استراليا مثلما حدث عام ١٩٨٢ بها وانخفض الإنتـاج من القمح بنسبة ٣٧% مقارنة بخمس سنوات سابقة لهـذا التـاريخ، ودمـر ثلـث محاصيل الحبوب فى الولايات المتحدة الأمريكية.

لقد عانت استراليا من جفاف عرف باسم الجفاف الكبير "Big Dry" حيث بدأ منذ عام ٢٠٠٢ والذى يحدث بمعدل مرة كل ١٠٠ سنة ١ : ١٠٠ والسنوات الأربع بعد هذا العام سجلت أشد السنوات جفافا، بحيث ساد الدفئ والجفاف بأعلى المعدلات أثناء عامى ٢٠٠٤ و ٢٠٠٥ فى مناطق كثيرة جنوب شـرق اسـتراليا، واسـتمر العجز فى تساقط المطر حتى عام ٢٠٠٧، ونتج عن ذلك فقد ٧٠ ألف وظيفة فـى القطاع الريفى، وانفقت الحكومة ٧٤٠ مليون دولار كمساعدات فى الفترة ٢٠٠٢-٢٠٠٥، وانخفض الدخل من القطاع الزراعى كما كان متوقعا بنـسبة ٧٠% عـام ٢٠٠٦ (Smith & Petley, 2009, p.268)

ويظهر من جدول (١٢) أن أربعة محطات مناخية فى الركن الجنوبى الشرقى

خلال ٤ سنوات منذ ٢٠٠٤ إلى ٢٠٠٧ أى بمجموع ٤ محطات × ٤ سنوات، قد سجل فيها ١٢ حالة من بين الـ ١٦ حالة (٤ سنوات × ٤ محطات) قد حدث فيها جفاف، بحيث قد يكون الجفاف متصلا خلال السنوات الأربع بصرف النظر عن درجته كما فى محطة واجاواجا، أو توجد ثلاث سنوات جفاف متصلة من بين السنوات الأربع كما فى محطة بروكن هل، ومحطة هاى ميلر ، أو سنتين متتاليتين كما فى محطة نهل، مما أثر على الزراعة التى تعتمد على المطر فى مساحات كبيرة.

جدول (١٢)

نقص وجفاف المطر فى محطات جنوب شرق استراليا

ودورها فى حدوث الجفاف الزراعى (بالملليمتر) من عام ٢٠٠٤-٢٠٠٧

المحطة	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	المتوسط العام للتساقط
بروكن هل	١٨٧,٨	٢٢١	١٥٦	٣١٢	٢٤٥
هاى ميلر	٢٨١	٣٨٣,٣	١٧٣,١	٣٤١,١	٣٥١,٣
نهل	٣٢٤	٤٠٤,٨	١٨٨,٤	٤٣٩,٧	٤٠١,١
واجاواجا	٤٩٤,٤	٥١٣	٢٦٧,٢	٤٦٦,٤	٥٧٠,٣

البيانات الرقمية من الشبكة العنكبوتية والمتوسط من حساب المؤلف.

وفى السودان فى مناطق الزراعة المطرية خاصة فى الغرب أدى الجفاف إلى شح الإنتاج الزراعى مما اضطر الأهالى إلى زراعة المزيد من الأراضى وإزالة الأشجار التى تغطيها ، ترتب على ذلك انجراف التربة بفعل الرياح والمزيد من تدهور فى الإنتاج الزراعى. وأصبح الأمر يدور فى حلقة مفرغة أدت إلى زحف الصحراء بمعدل متزايد بلغ الآن ما يزيد عن الكيلومتر فى العام بالاتجاه نحو

الجنوب سنويا.

وإذا حاولنا كشف معدل الجفاف الزراعى فإنه يكون ذلك عن طريق التعرف على مقدار النقص فى إنتاجية الهكتار الواحد فى فترتين مختلفتين، وبهما تباين فى سقوط المطر. ففى السودان كما سبق نجد أنها دولة تعرضت للجفاف المناخى خاصة فى إقليم كردفان ودارفور فى الغرب، وتأثرت الأحوال بجفاف نهر النيل (الجفاف الهيدرولوجى) مما أثر على الزراعة فى أوائل ومنتصف الثمانينات. ولهذا فإن إنتاجية الهكتار الواحد من الحبوب على سبيل الذكر فيها قد انخفض من ٧٨٠ كيلو جرام / فى الفترة ١٩٥٠ / ١٩٥٣ إلى ٤٣٦ كجم/ الهكتار فى الفترة ١٩٨٢–١٩٨٤ وكانت نسبة النقص – ٤٤% (عياد وضرار، ١٩٩٤، ص ١٤٤).

رابعاً : جفاف المجاعة Famine drought : هو نوع من الجفاف الزراعى ولكنه شديد للغاية، ويكون مدمراً للأمن الغذائى لدرجة أن السكان يجاهدون للحفاظ على حياتهم فقط، مثلما حدث فى البرازيل عام ١٩٨٥ حيث لجأ السكان إلى بيع مزارعهم والهجرة من الريف إلى المدن، وسكنوا فى مدن الأشانتى (الصفيح).

وعادة ينظر إلى هذا النوع من الجفاف بأنه تطرف شديد للجفاف الزراعى السابق ذكره، وذلك عندما يحدث هبوط حاد فى الأمن الغذائى لدرجة أن أعداد كبيرة من السكان لا يمكنهم الاستمرار بحياة صحية طبيعية (Smith & Petley, 2009, p.271). والمجاعة حاليا ترتبط فى بقائها واستمراريتها بالمناطق القاحلة وشبه القاحلة Semi arid بحيث تصبح مستمرة أو شبه مستمرة، وتؤدى هذه الصورة من الاستمرارية إلى فشل الزراعة التى تروى على المطر، وينتج هذا الفشل عن الجفاف ، ويسمى البعض هذا النوع من الجفاف أحيانا باسم "جفاف – اجتماعى – اقتصادى".

وفى الفترة من ١٩٠٠ – ٢٠٠٦ أدى الجفاف إلى وفاة نحو ١١,٧ مليون نسمة تمثل ٥٢,٥% من جملة السكان الذين قتلوا وماتوا بفعل الكوارث الطبيعية فى العالم كله خلال تلك الفترة رغم أن عدد الأحداث الكارثية للجفاف كانت قليلة

بالنسبة لجملة الأحداث الكارثية الطبيعية الأخرى بحيث لم تمثل سوى ٥,٩% من جملة أحداث الكوارث الطبيعية مما يدل على مدى خطورة الجفاف كسبب فى قتل وموت وتقاتل السكان فى دول العالم التى تتعرض للجفاف.

وقد وجدت كوارث المجاعة منذ ٦٠٠٠ سنة ماضية تمشيا مع حالات الجفاف التى كانت تنتاب الفترات ما بين الجليدية الصغرى حيث كان يتخللها دفء وجفاف فى العروض الوسطى. اما فى القرن العشرين فإنه فى عام ١٩٤٧ على سبيل المثال حدث فى الاتحاد السوفيتى (سابقا) مجاعة وحصد الجوع ١,٥ مليون قتيل. أما فى الصين فقد مات نحو ٣٠ مليون من المجاعة فى الفترة ٥٩ – ١٩٦١ من سكان القرى الذين يعتمدون على المطر خاصة فى زراعاتهم، وذلك فى شمال الصين.

وقد قدرت الأمم المتحدة فى السنوات المعاصرة أنه فى عام ١٩٨٥ قد تأثر بالمجاعة ١٥٠مليون نسمة فى ٢٠ دولة أفريقية يعيش متاثراً بالمجاعة منهم ٣٠ مليون قد احتاجوا إعانة غذائية عاجلة، ومنهم ١٠ مليون نزحوا وتركوا ديارهم وذهبوا للبحث عن الماء والغذاء، ومات منهم ربع مليون (Smith & Petley, 2009, p.263)

أما فى أمريكا الجنوبية فنجد أنه قد عانى شمال شرق البرازيل من الجفاف الذى تكرر فى القرن العشرين فى السنوات ١٩١٥، ١٩١٩ ، ١٩٣٤، ١٩٨٣، ١٩٩٤ وعانى منه الأطفال الأقل من ٥ سنوات. وقد حدثت مجاعة فى البرازيل عام ١٩٨٥ حيث لجأ السكان إلى بيع مزارعهم والهجرة من الريف إلى المدن، وسكنوا فى مدن الأشانتى (وهى مدن الصفيح) كما سبق الذكر، وتسمى مدن الأشانتى فى البرازيل باسم فافيلاس "Favelas" والتى تحيط بمدينة برازيليا الواقعة على خط عرض ٣٠َ ١٦° جنوباً فى نطاق السافانا الفقيرة فى نصف الكرة الجنوبى، وتقع على مقربة من المنابع الشمالية لنهر بارانا الذى ينبع من أراضى البرازيل ويتجه جنوبا إلى باراجواى.

أما الهند فهى تمثل نموذجا مثاليا وصارخاً لجفاف المجاعة الذى يظهر فى

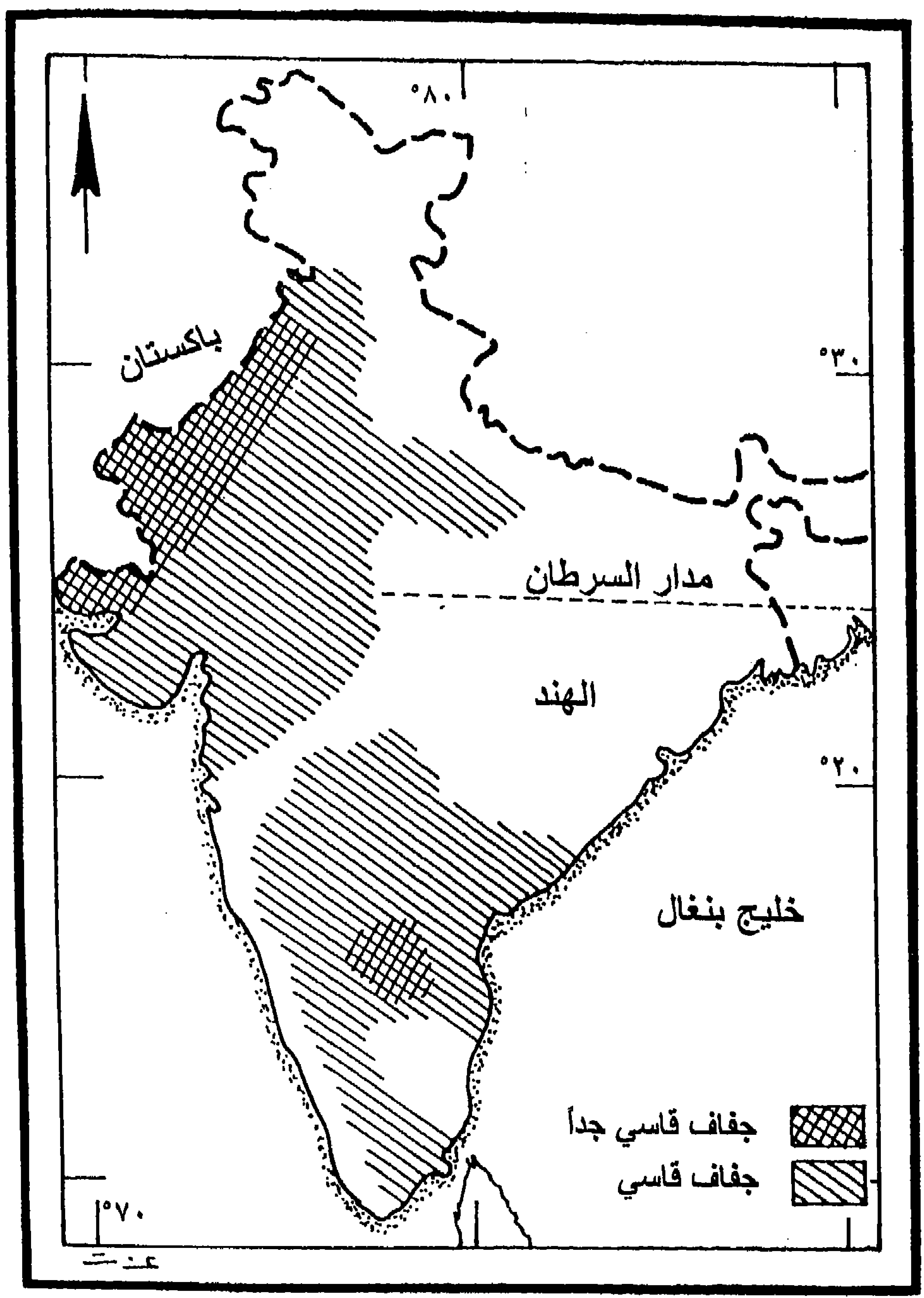
قارات العالم المختلفة، ويجب أن نصف أولاً خصائص تكرار أحداث الجفاف في الهند في أقاليمه الجغرافية المختلفة وذلك على النحو التالي :

الإقليم الجغرافي	فترة العودة للنقص الشديدة في المطر
آسام	كل ١٥ سنة
الإقليم الغربي	كل ٥ سنوات
الإقليم الجنوبي – الداخلي	كل ٤ سنوات
الشمال الغربي والشمال	كل ٣ سنوات
غرب راجستان	كل ٢,٥ سنة

عن Gurjar & Jat, 2008 بتصرف

ويلاحظ من الخريطة شكل (١٤) يتضح أن خمس مساحة الدولة في الشمال الغربي يصيبه الجفاف منه ٣٠% من هذه المساحة جفاف شديد القسوة very severe (وهو يؤدي للمجاعة) في إقليم البنجاب وإقليم راجستان ، أما في الوسط والجنوب الشرقي والجنوب على هضبة الركن نجد سيادة الجفاف القاسي Severe. وإذا حاولنا تتبع أحداث جفاف المجاعة في الهند نجد أنه قد حدث على النحو التالي:

- عام ١٨٩٩ حدثت مجاعة يعرفها الجميع هناك.
- عام ١٩١٧ مات ١٠٠٠٠٠ من السكان بسبب المجاعة.
- حدثت ٢٨ مجاعة خلال ١٠٠ سنة اى بمعدل مجاعة كل ٣ – ٤ سنوات ومات ٤٠ مليون خلال ١٠٠ سنة.
- في عام ١٩٩٩–٢٠٠٠ مات ١٢ crore بالجفاف في ١٢ ولاية ، والكرور = ١٠ مليون ، إذن مات ١٢ × ١٠ = ١٢٠ مليون.
- جاء جفاف عام ٢٠٠١ واثر على ١٧٠٠ Lakh (حيث أن Lakh = ١٠٠٠٠٠ بالمقياس الهندي) أي أثر الجفاف على ١٧٠ مليون موزعين على نحو ١٠٠٠٠٠ قرية وتأثرت مساحة بلغت ١٨% مساحة الهند (Gurjar & Jat, 2008).

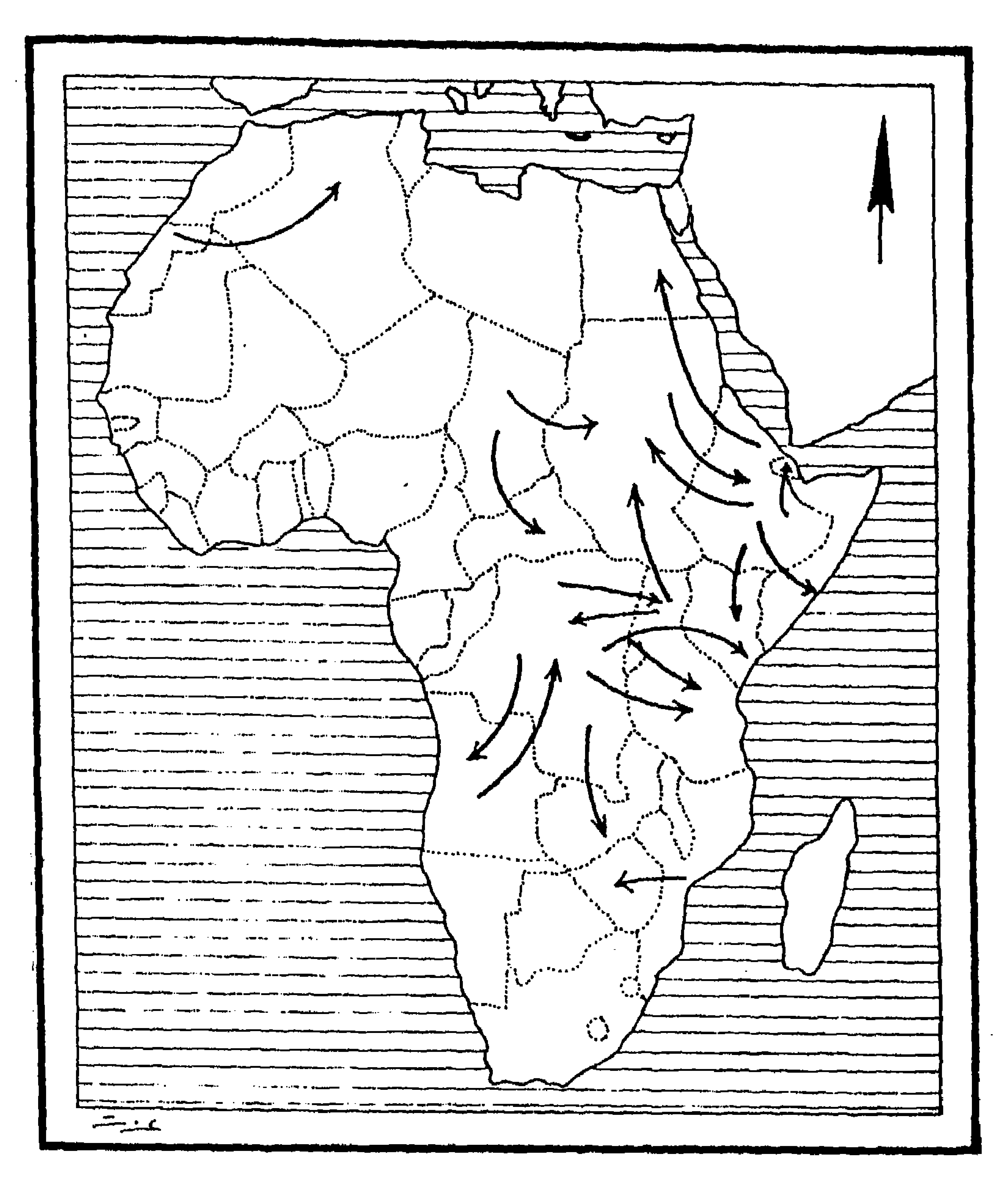


After: Gurjar& Jat, 2008

المناطق المتأثرة بالجفاف في الهند

شكل(١٤)

أما فى القارة الأفريقية فقد أدى الجفاف إلى موجات ضخمة من الهجـرات، وذلك فرارا من المجاعة والكوارث والفقر، وتعرف أحيانا باللاجئين البيئيين. وقـد ظهر هذا النوع من جفاف المجاعة فى وسط وشرق وجنوب شرق القارة، وحدثت الهجرات عبر الحدود السياسية بين الدول المتجاورة، والقريبة مكانا، والأكثر امنـا بئيبا، وأحيانا قد يحدث تبادل هجرات بين الدول المتجاورة ولنفس الـسبب ايـضا وذلك لأن المهاجرين لا يدركون ظروف وخصائص بيئات الـدول المجـاورة أو لتجميع شمل أفراد القبائل، ويظهر ذلك فى شكل (١٥). ومن أمثلة ذلك أنه لجأ إلى السودان حتى عام ١٩٨٤ من أثيوبيا وأوغندا وتشاد وهى دول جيران للسودان نحو ١,١ مليون لاجئ، وفى نفس الوقت هاجر من السودان إلى أثيوبيا نحو ٤٠ ألـف لاجئ وهكذا.



الهجرات بسبب جفاف المجاعة فى القارة الأفريقية

شكل(١٥)

الفصل الرابع

التوزيع الجغرافى للمناطق الجافة

والقاحلة Dry & arid

التوزيع الجغرافى للمناطق الجافة والقاحلة

قبل أن نخوض فى التوزيع الجغرافى للأراضى الجافة والقاحلة فى هذا الفصل يجدر بنا أن نتعرف أولاً على سمات الجفاف وخصائصه، نتبعها بالتوزيع النوعى للأقاليم القاحلة بدرجات القحولة المختلفة، ثم عرض لأنواع الصحارى المختلفة فى العالم وتوزيع كل نوع باعتبار أن هناك قاسم مشترك بين الصحارى والمناطق الجافة، حيث أن الأخيرة تتضمن الصحارى وأشباه الصحارى.

سمات الجفاف drought :

تتميز حالات الجفاف فى مناطق توزعها فى العالم بعدة خصائص منها أنه يتميز بالديناميكية حيث أنه يزحف ويتطور ويتقدم ببطئ، بحيث يستغرق عدة سنوات حتى يظهر الأثر والملامح. كما أن الجفاف يضرب مناطقاً واسعة وعلى مستوى إقليمى، بحيث نجده يختلف عن ظاهرة التصحر فى هذا الشأن، وهذا يجعله شبيهاً بالتدهور البيئى على المدى البعيد، بالإضافة إلى أنه يصعب تحديد أين ينتهى الجفاف مكانياً وهذا يجعله عكس التصحر الذى يمكن تحديده مكانياً وبوضوح. ويختلف الجفاف بين الدول المتطورة والدول النامية والأقل تطوراً حيث أن هناك علاقة وحلقة وصل بين الجفاف والموت الناجم عن المجاعة فى الدول الأقل تطوراً (Smith, 2001).

والأراضى الجافة هى مناطق تمتد فيما وراء العروض المدارية، وتشغل نحو ثلث مساحة الأراضى فى الدول النامية، وتغطى ثلاثة نطاقات هى : الأراضى شبه الجافة ذات المطر الصيفى، ونطاق البحر المتوسط، والصحارى. وتبلغ مساحة الأراضى الجافة على سطح الكرة الأرضية نحو ٤٠% من المساحة الكلية للأرض. فحتى قارة انتركتيكا تتضمن بيئات جافة. وأكبر مساحة للأراضى الجافة نجدها تتوزع فى قارة آسيا (Marsh & Grossa, 1996, p.26).

توزيع وأنواع البيئات الجافة :

لما كان هناك فارق بين الأراضى القاحلة والأراضى الجافة كما سبق الذكر فى الفصل الأول، لذا فإنه يمكن عرض توزيع الأراضى الجافة على أساس معيارين هما : التوزيع النوعى والتوزع المكانى.

(١) **التوزيع النوعى** : ويتضمن هذا التوزيع درجات الجفاف المختلفة اعتماداً على كميات المطر التى تستقبلها، ولذا يمكن تقسيم الأراضى إلى عدة نطاقات هى :

جدول رقم (١٣)

التوزيع الإقليمى للأراضى القاحلة فى العالم

القـــــــارة	الأراضى الداخلية	شديدة القحولة	قاحلة	شبه رطبة	المجموع بالألف كم٢	%
متوسط الأمطار سنوياً مم	أقل من ٥٠	٥٠-١٠٠	١٠٠-٤٠٠	٤٠٠-٦٠٠	–	–
معامل بوديكو للجفاف	أقل من ٥٠	١٠-٥٠	٣-١٠	٢-٣	–	–
أوروبا	–	–	١٠٠	٣٠٠٠	٤٠٠	٨٠
أفريقيا	٦٢٣٢	٣٠١٧	٣٥٧٠	٢٩٥١	١٥٧٧٠	٥٢
آسيا	١٥٩٥	٣٢٢٥	٥٤١٥	٤٨١٧	١٥٠٤٢	٣٤
أمريكا الشمالية	١٠	٩	١٠٢٥	١٩٣٥	٣٠٦٠	١٤
أمريكا الجنوبية	٢٧٥	١٠٥	٩٧٢	١٢٧٤	٢٦٢٦	١٤
استراليا	–	–	٣٢٥	١٣٧٥	٤٦٢٥	٦١

المصدر : Le Houérou, 2002 & 1992

أ- **الأراضى الداخلية Eremitic** : وهى الأراضى المحصورة فى داخل القارات فى صورة أحواض داخلية لا تصل إليها الأمطار ويندر فيها سقوط الأمطار بحيث يقل التساقط فيها - إذا حدث - عن ٥٠ ملليمتر فى السنة، وتبلغ مساحتها فى العالم ٧,٥ مليون كم٢، أى أنها تمثل نسبة قدرها ٦,٢% من جملة مساحة القارات، منها فى قارة أفريقيا وحدها ٤,٧٥%، تليها قارة آسيا وبها ١,٢٢ من مساحة العالم من هذا النوع، أى أنهما يضمان ٥,٩٧% من مساحة العالم عبارة عن أراضى داخلية تندر بها الأمطار أى أن بهما حوالى $\frac{٣}{٤}$ أراضى هذه المجموعة فى العالم.

ب- **الأراضى شديدة القحولة Hyperarid** : وهى الأقاليم التى تستقبل كمية أمطار قليلة تتراوح بين ٥٠- ١٠٠ ملليمتر/ سنويا، وطبقاً لمعامل بوديكو للجفاف والسابق ذكره فى الفصل الأول فإن هذه المناطق يتراوح معامل الجفاف بها ١٠-٥٠. ويتضح من جدول رقم (١٣) أن مساحة هذه الأراضى ٧,٠٦ مليون كم٢، وبذلك تبلغ نحو ٥,٤% من مساحة اليابس، أغلبها فى آسيا وأفريقيا وأقلها فى استراليا ثم أمريكا الشمالية.

ج- **الأراضى القاحلة Arid** : يشير بعض الباحثين بأنها تحدد بمقدار من التساقط، كميته تتراوح بين ١٠٠-٤٠٠ ملليمتر من أمثال لاهويرو (Le Houérou, 2002, p.25). بينما يذكر البعض أنها توجد فى المناطق ذات المطر الذى يتراوح فيما بين ٦٣٥-١٢٥٠ ملليمتر (Tennekoon, 1980, p.4) ولكننا سوف نأخذ بالرأى الأول حيث يتمشى مع هيراركية التقسيم. وبناء على ذلك تبلغ مساحة الأراضى القاحلة فى العالم قدر مجموعة مساحة النوعين السابقين، حيث تبلغ ١٤,٣٣ مليون كم٢، أغلبها فى آسيا تليها قارة أفريقيا ثم قارة أمريكا الشمالية.

د- **الأراضى شبه القاحلة Semi arid** : وهى الأقاليم التى تتلقى كمية من الأمطار تتراوح بين ٤٠٠-٦٠٠ ملليمتر سنوياً، وتغطى مساحة تبلغ نسبتها ٩,٧% من مساحة اليابس أغلبها فى قارة آسيا التى تبلغ فيها المساحة ضعف مساحتها تقريباً فى أفريقيا. ويقع النطاق شبه القاحل فى هوامش الصحارى المدارية، وأقصى اتساع لهذه الأراضى فى أفريقيا من الغرب إلى الشرق يكون فى إقليم الساحل، وفى آسيا يوجد أقصى اتساع لها فى شرق باكستان ومجاوراً لإقليم راجستان، ويوجد فى شمال شرق البرازيل، ويكون مجاوراً أيضاً للمناطق المدارية فى نصف الكرة الجنوبى كما فى شكل (١٦).

أما الأراضى شبه الجافة فى نطاق الإستبس أى المناطق المعتدلة فتكون مجاورة للصحارى وتكون الأمطار أكبر نسبيا ولكن تظل الأقاليم فى حدود البيئات

الجافة حيث تتراوح الأمطار بين ٣٠٠-٣٠٠ ملليمتر، والجفاف يكون معتدلاً نسبياًن وقد يختفى فى جزء من السنة، وتوجد أراضى حشائش، مثلما الحال فى السهول العظمى بالولايات المتحدة، والسهوب فى روسيا وأوكرانيا (Marsh & Grossa, 1996)

هـ - **الأراضى المدارية شبه الرطبة Sub humid** : وهى الأقاليم التى تقع على هامش النطاق المدارى المطير فى نصفى الكرة، وتتأثر هذه المناطق بالجبهة المدارية وموقعها الذى يتغير من سنة لأخرى وفى نصفى الكرة أيضاً. والمطر فى هذه المناطق يكون فى فصل الصيف، ويتميز بقصر فترة التساقط ثم يستمر الجفاف فى باقى السنة، وتضم هذه المناطق : إقليم السافانا فى أفريقيا وأمريكا الجنوبية، والأراضى الموسمية جنوب آسيا خاصة فى شبه القارة الهندية.

الصحارى وأنواعها :

تعرف الصحراء بأنها المناطق التى لا زرع فيها ولا ماء باستثناء بقع الواحات التى تتناثر بداخلها، وطبقا لحالات الجفاف السابقة فإن الصحراء مظهر يتداخل مع الأراضى السابقة، بحيث نجد أن ١/٢ الأراضى الجافة هى عبارة عن صحراء حقيقية، حيث تظهر بها أحوال الجفاف خلال السنة والمطر يكون بها خفيفاً أو قليلاً ويقل عن ١٢ بوصة (٣٠٠مم) وإذا سقط فإنه يتبخر ويتسرب بسرعة والقليل منه يمكن الانتفاع به وليس فى كل الأحوال.

ولما كانت المناطق الجافة فى العالم قد تنوعت أسباب تكونها، وأن الصحارى تقع فى قسم كبير من المناطق الجافة، لذلك تنوعت الصحارى فى عوامل تكونها، وهذا يجعلنا نقسم الصحارى إلى أنواع. وحسب أحدث تقسيم ذكر للصحارى والذى ذكره لاهويرو (Le Houérou, 2002, p.2-3). فإن الصحارى تنقسم إلى عدة أنواع هى :

أ- **الصحارى المناخية** : وهى المناطق التى تتباين فى أحوالها المناخية المحلية، ومن أمثلتها الصحراء التى تكونت نتيجة لنظام الدورة الهوائية العامة للرياح

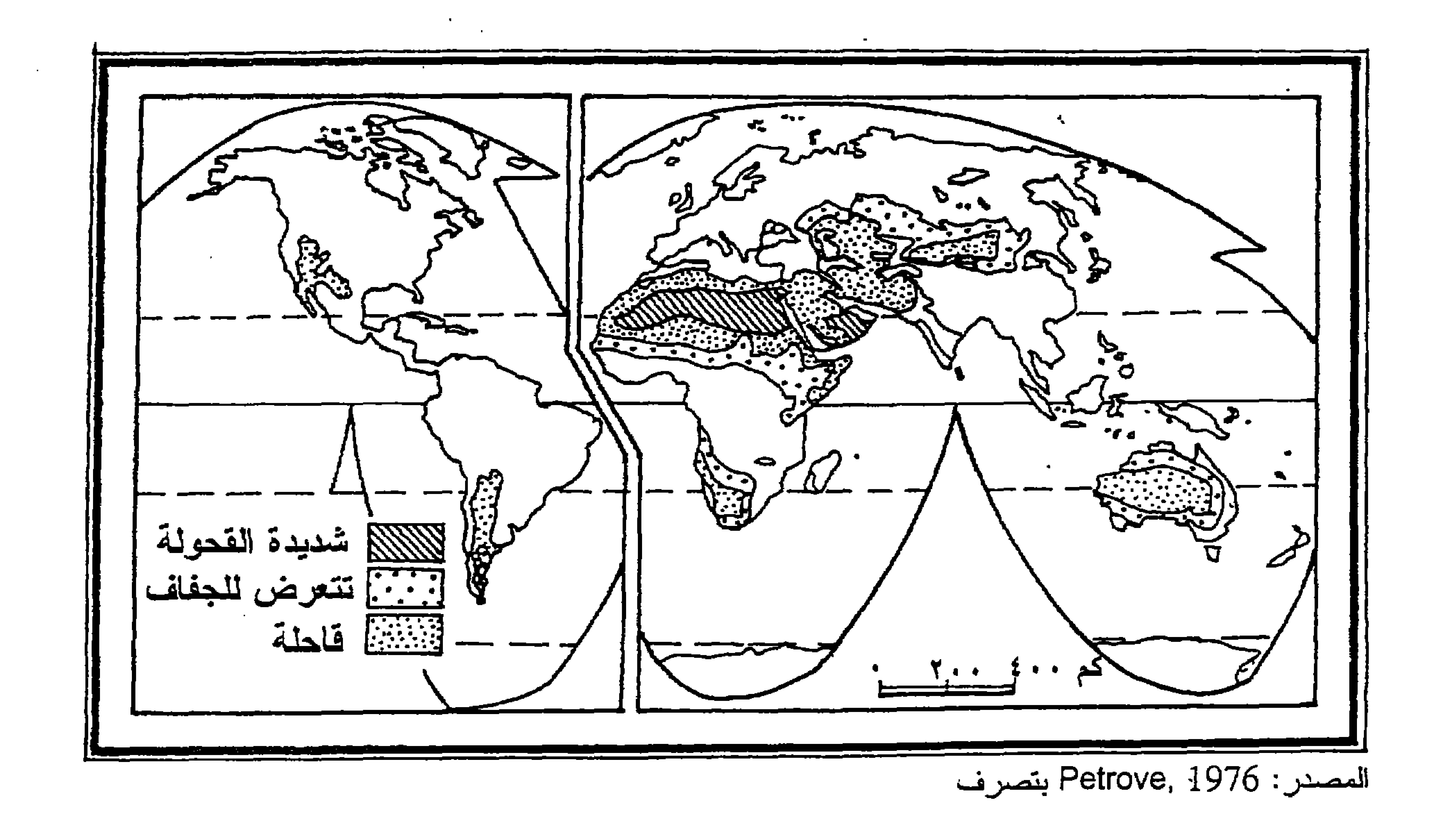
وهى صحارى مدارية وشبه مدارية، وتوجد فى نطاق هبوط الرياح الرأسى، وذلك حول خطى عرض ٣٠° شمالاً و ٣٠° جنوباً، ويمكن أن نطلق على هذه الصحارى أيضا صحارى الضغط المرتفع الدائم.

ب- **صحارى ظل المطر** Rain shadow : وهى نوع من الصحارى يرتبط أساسا بمدى سقوط الأمطار مرتبطاً بالتضاريس. لذلك تقع هذه الصحارى على الجانب الآخر لواجهات الجبال التى تسقط عليها أمطار، ويصبح الوجه الآخر فى ظل المطر، ومن أمثلتها : صحراء وادى الموت، ودلتا نهر كلورادو شرقى جبال سييرانيفادا فى ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة، وشمال شرق سييرانيفادا فى أسبانيا، والحوض العظيم بين جبال روكى وسييرانيفادا فى الولايات المتحدة الأمريكية، وصحراء شمال غرب الأرجنتين، وهضبة التبت حيث تقع جبال الهيملايا جنوباً منها وتستقطب المطر وصحراء الكارو جنوب أفريقيا.

ج- **الصحارى الساحلية** : ويرجع تكونها إلى ثبات الهواء والناتج عن حركة تقليب مياه البحر الباردة إلى أعلى ووجود التيارات الساحلية البحرية الباردة ومن أمثلتها سواحل غربى الأمريكتين : حيث فى الجنوب تيار همبولت على سواحل شيلى وبيرو وتيار كاليفورنيا غرب الولايات المتحدة، وتيار بنجويلا جنوب غرب أفريقيا وتيار كناريا فى شمالها الشرقى.

د- **الصحارى الترابية** Edaphic desert : ويقصد بها أن التربة مميزة لهذا الملمح الصحراوى، حيث تكون التربة غير معدة وغير مؤهلة للأنشطة الزراعية أو نمو النبات الطبيعى بكثافة، حيث توجد فى هيئة : إما صخور صلبة غير مجواه مثل الجرانيت والنيس أو صخور ملحية أو مناطق ملحية وتربة غدقة.

هـ - **صحارى فعل الإنسان** : حيث ينتج عن الأنشطة البشرية تدمير الموارد الأرضية وهذا يزيد القحولة مثل شمال الصحراء الكبرى، وهى التى أشار إليها القصاص بأنها صحارى من صنع الإنسان ناتجة عن التصحر (بلبع ونسيم، ١٩٩٤، ص ٣٥).



المصدر: Petrove, 1976 بتصرف

توزيع الأراضى القاحلة ودرجاتها فى العالم

شكل (١٦)

التوزيع المكانى للأراضى الجافة والقاحلة :

(أ) قارة آسيا : تقع هذه الأراضى فى القارة فى عروض دنيا ووسطى وعــروض علياً، لهذا فهى تمتد فى العروض المدارية بها، وتــصرف تــصريفا داخليــا بمساحة تصل إلى ٣٥% من مساحة القارة، بينما تصرف المناطق الموســمية مياهها نحو المحيط، ومعامل الجفاف بها أعلى مــن ٤٠ حــسب معامــل دى مارتون (De Martonne, 1927, p.411).

وإذا تتبعنا الصورة التوزيعية للأراضى الجافة والقاحلة مــن الــشرق إلــى الغرب نجد أنها توجد فى الصين فى الرّكن الغربى والشمال الغربى لهــا، وهــى تشغل مساحة ٤,١ مليون كم٢ من مختلف الدرجات الجفافية، وتمثل نــسبة ٤٤% من مساحة الصين وهى مساحة كبيرة للغاية ونسبة كبيرة أيضا.

وقد حدثت أحوال جفاف dry فى القرن ١٢، ١٥، ١٨ وتتابعت بها أحــداث الجفاف والفيضان، واختلفت أطوال فترة الجفاف وفترة حدوث المطر والفيضانات، كما فى جدول (١٤) حيث تم حدوث الجفاف بدرجة كبيرة وتكرار عالي. وبلغ عدد الحالات ١٥٢ حالة، أى ٨ حالات كل قرن كمعدل عام خلال ١٩٠٠ سنة، ويلاحظ أنه قد حدث بالصين ٩٨٤ حالة جفاف فى مختلف الأقــاليم خــلال ١٩٠٠ ســنة الماضية منذ الميلاد (Chu, 1926, p.276, table III) أما فى روسيا فهو يحدث حسب المناطق بمعدل تراوح بين مرة كل ٢٠ سنة إلى مرة كل سنة كما فى جدول (١٤).

أما فى الهند فقد ساد الجفاف فى ٦٠% مــن مــساحة الدولــة، وتنوعــت الأراضى مابين القاحلة فى الشمال الغربى على هامش صحراء ثار وأراضى شبه قاحلة مجاورة لها، وأخرى شبه رطبة، ومجموعة رابعة تمثــل أراضــى انتقاليــه (Sdasyuk, 1986, p.88)، وتصل جملة مساحة الأراضى القاحلة بأنواعها ٦٨٠ ألف كم٢ تمثل نحو ٢٢,٨% من جملة مساحة الهند أغلبها تتوزع على أراضى قاحلــة وشبه قاحلة وتختفى منها الأراضى شديدة الجفاف.

جدول (١٤)

عدد حالات الجفاف فى مقاطعات الصين فى ١٩٠٠ سنة ماضية

(من أول الميلاد – ١٩٠٠) الصين وفى روسيا حسب نوع التربة

رقم المقاطعة	عدد حالات الجفاف	رقم المقاطعة	عدد حالات الجفاف	نوع التربة	عدد المرات كل ١٠٠ سنة
الصين				روسيا	
١	١٥٢	٨	٥٠	البدزول	٢–٤ مرة
٢	٩٥	٩	١٠٢	ارمادية (استبس)	١٠–١٥
٣	١٥١	١٠	٥٨	التشرنوزيم	١٠–٣٠
٤	١٠٠	١١	٩٧	الاستبس الجاف الجنوفية	٦٠–٧٠
٥	٩٠	١٢	٢٩	شبه الصحرا والصحراء	٩٠–١٠٠
٦	٦٤	١٣	٣٠		
٧	١٢٧	١٤	١٧		
		١٥	٢٣		

المصدر : Kovda, 1980, p.89 & Chu, 1926

وفى بنجلاديش تتأثر أراضيها بحدوث الجفاف الذى يتكرر مثل حدوث الفيضان الكبير والأعاصير، وبمعدل يصل إلى مرة كل ٢,٥ سنة (Smith, 2001) وتظهر الأراضى الجافة فى باكستان وتشغل معظم أراضى الدولة وبنسبة قدرها ٨٥,٧% من مساحتها.

وفى الركن الجنوبى الغربى للقارة الآسيوية توجد الأراضى الجافة فى كل أراضى العراق – ماعدا السهول المروية – وفى الأردن نجد أن أغلبها شديد الجفاف إلى جاف، شأنها فى ذلك شأن كل من الكويت والإمارات العربية المتحدة وعمان وقطر واليمن، وإن كانت اليمن أغلب أراضيها شبه قاحلة إلى قاحلة، ويصيب الجفاف فى آسيا عامة نحو ٤٣% من المساحة، كما فى جدول (١٤).

وإذا انتقلنا إلى المملكة العربية السعودية لوجدنا أنها تقع فى نطاق الأراضى

القاحلة وتضم عدداً من الصحارى مثل صحراء الدهناء وصحراء الربع الخالى وغيرها، وتتميز هذه الصحارى بقلة المطر وقلة الرطوبة النسبية (فيما عدا السواحل) وتظهر السيول الجارفة بعد سقوط الأمطار، خاصة على الجبال الجنوبية الغربية حيث الأمطار الموسمية. ولهذا فإن ثلث المساحة منعدمة الأمطار (بين صفر – ٥٠ ملليمتر) وأكثر من نصف المساحة (٥٨%) شديدة الجفاف.

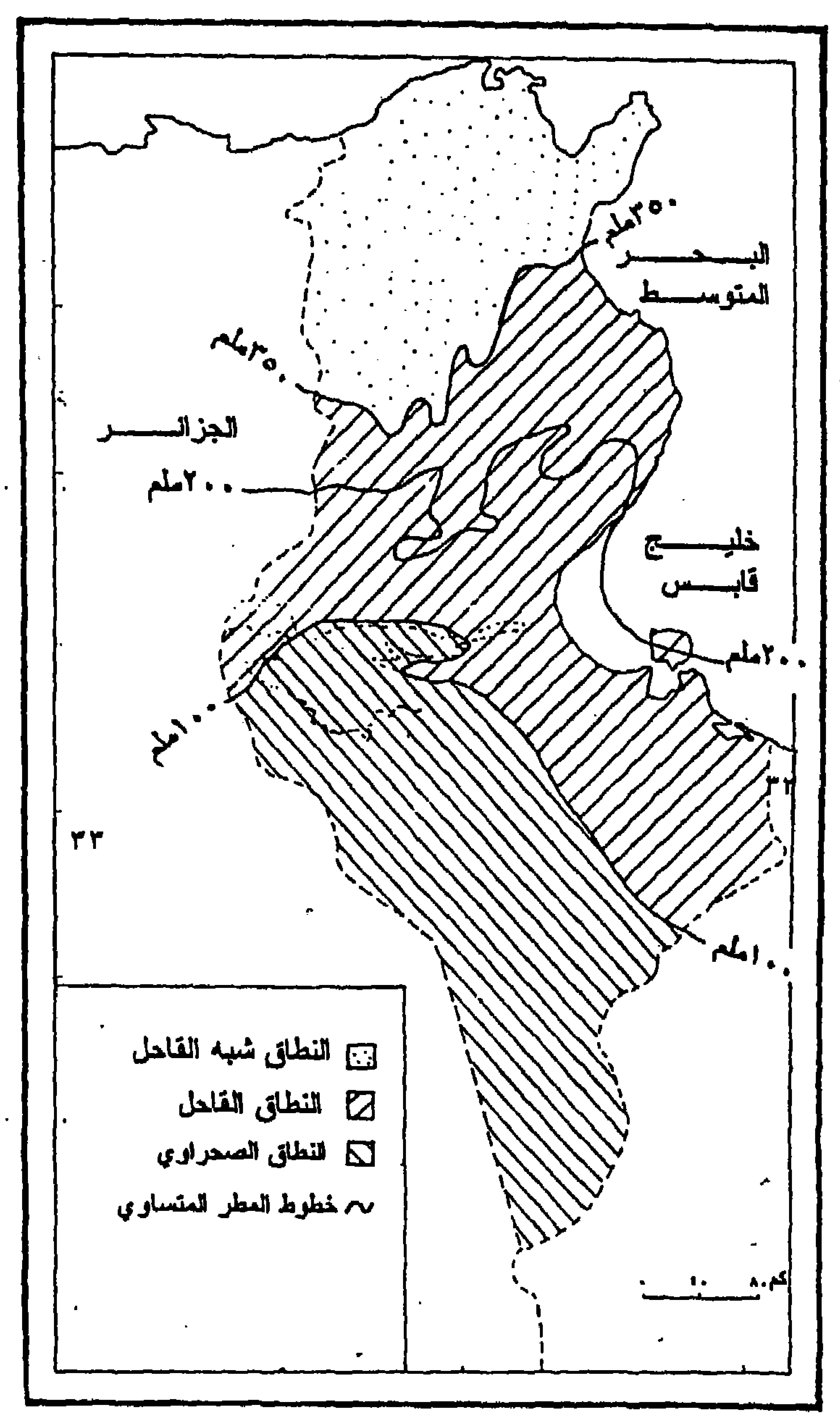
والقليل منها (٠,٥%) فقط تكون أراضيها شبه قاحلة والبعض يذكر بأنها ١,٥% بحيث تستقبل أمطار ٤٠٠-٦٠٠ ملليمتر وتبلغ هذه المساحة ١٠٠٠٠ كم٢ فقط من جملة مساحتها البالغة ٢,١٥ مليون كم٢. وهكذا يبدو الحزام الممتد من أفريقيا إلى آسيا شاملاً شبه الجزيرة العربية وواصلا حتى قلب آسيا وبحر قزوين وآرال والسهول المحيطة بهما ومعظم هضاب وأحواض منغوليا وسنكيانج كلها أراضى جافة.

قارة أفريقيا :

تبلغ مساحة الأراضى القاحلة بها ١٥,٧٧ مليون كم٢، تمثل نسبة قدرها ٥٢% من مساحة القارة، ولذا تتزعم القارات من حيث نسبة المساحة القاحلة – بعد استراليا – التى تبلغ النسبة بها ٦١% من مساحة القارة. وأشارت اليونيب UNEP إلى أن ٢/٣ أفريقيا أراضى جافةdry (Smith 2001, p.301).

وإذا بدأنا التوزيع المكانى من الشرق إلى الغرب نلاحظ أن الأراضى المصرية تتراوح بين شديدة الجفاف إلى القاحلة التى لا يزيد فيها سقوط الأمطار عن ٤٠٠ ملليمتر فوق مساحة ٢,٩% فقط من مساحة مصر، وتشمل شمال سيناء وشمال الدلتا والساحل الشمالى الغربى لمصر، بينما تسود بها صحارى سيناء والصحراء الشرقية والصحراء الغربية التى تمتد إلى الأراضى الليبية التى تظهر فيها أراضى شبه قاحلة لا تزيد عن ٢٠٠٠ كم٢ والباقية أراضى قاحلة أو شديدة الجفاف.

وفى بلاد المغرب العربى نجد أن ٨٨% من مساحة تونس اراضى قاحلة



المصدر: Mabbutt&Floret 1980

توزيع الأراضى القاحلة فى تونس

شكل (١٧)

جدول (١٥)

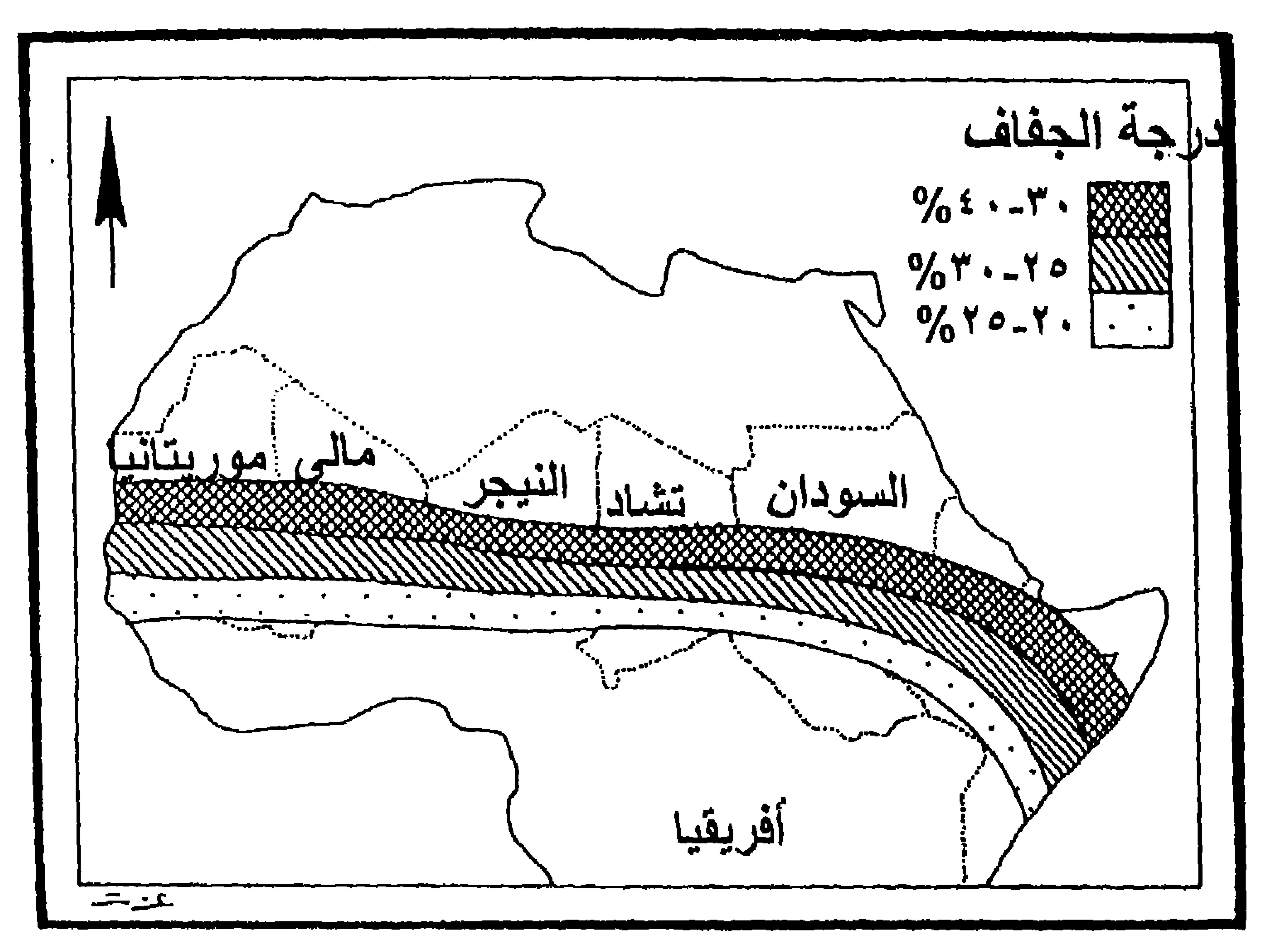
مساحات المناطق التى يطوقها الجفاف drought فى العالم

الإقليم	نسبة الأراضى التى يصيبها الجفاف
أفريقيا	٤٤%
جنوب آسيا	٤٣%
أمريكا الوسطى	٣٢%
استراليا	٢٨%
أمريكا الشمالية	٢٠%
شمال ووسط آسيا	١٧%
أمريكا الجنوبية	١٧%
أوروبا (خاصة أسبانيا)	٨%
جنوب شرق آسيا	٢%

المصدر : After Finkel, 1982

وشبه قاحلة، والأراضى شبه القاحلة $\frac{1}{4}$ مساحة البلاد وتقع فى الشمال بينما نتجه إلى الصحراء بالاتجاه نحو الجنوب والتى تحدد بخط المطر المتساوى ١٠٠ ملليمتر، وتحتل الأراضى الجافة والقاحلة بأنواعها فى الجزائر ٩٧% من مساحة البلاد أما الشريط المطير فمساحته ٣% فى شمال الدولة، وتزيد المساحة فى المملكة المغربية إلى ٩٠% وأن أغلب هذه المساحة إما صحراء تماما أو مناطق شبه قاحلة.

أما نطاق الجفاف العظيم والذى يشار به إلى إقليم الساحل فى القارة الأفريقية فهو يضم عدة دول هى من الشرق إلى الغرب : جيبوتى والصومال وأريتريا وأثيوبيا والسودان وتشاد وجمهورية أفريقيا الوسطى والكميرون والنيجر ونيجيريا ومالى وموريتانيا والسنغال وفولتا العليا، أى نحو ١٤ دولة، كما يظهر فى شكل (١٨).



After: Smith&Petley, 2009. بتصرف

الدول المتأثرة بأحداث الجفاف فى إقليم الساحل بأفريقيا ودرجة الجفاف

(شكل ١٨)

وقد تعرض هذا الإقليم لهبوط فى كمية التساقط منذ عام ١٩٦٨ حتى ١٩٧٣ خاصة فى موريتانيا، حيث استقبل ١٢٢ مم عام ١٩٦٩ فقط بدلاً من ٢٨٤مم كانت فى عام ١٩٦٨، وقلت فى عام ١٩٧٠ إلى ١٤٩مم فقط، وجفت بحيرة تشاد عام ١٩٧٣ وتقلصت إلى $\frac{1}{3}$ مساحتها أو حجمها الطبيعى، وفقد ٢ مليون رأس من القطعان نصفها من الماشية (U.N, 1977, pp.4-5).

ويشير لاهويرو (Le Houerou, 1992, p.187) إلى أن أحوال الجفاف Dry ليست وليدة اليوم، إنما حدثت منذ أمد بعيد، ورصد لنا عدة تواريخ حدث فيها هذا الجفاف كما فى ١٨٩٥-١٩٠٠، ومن ١٩١٠-١٩١٦، ومن ١٩٣٨-١٩٤٣، وأن

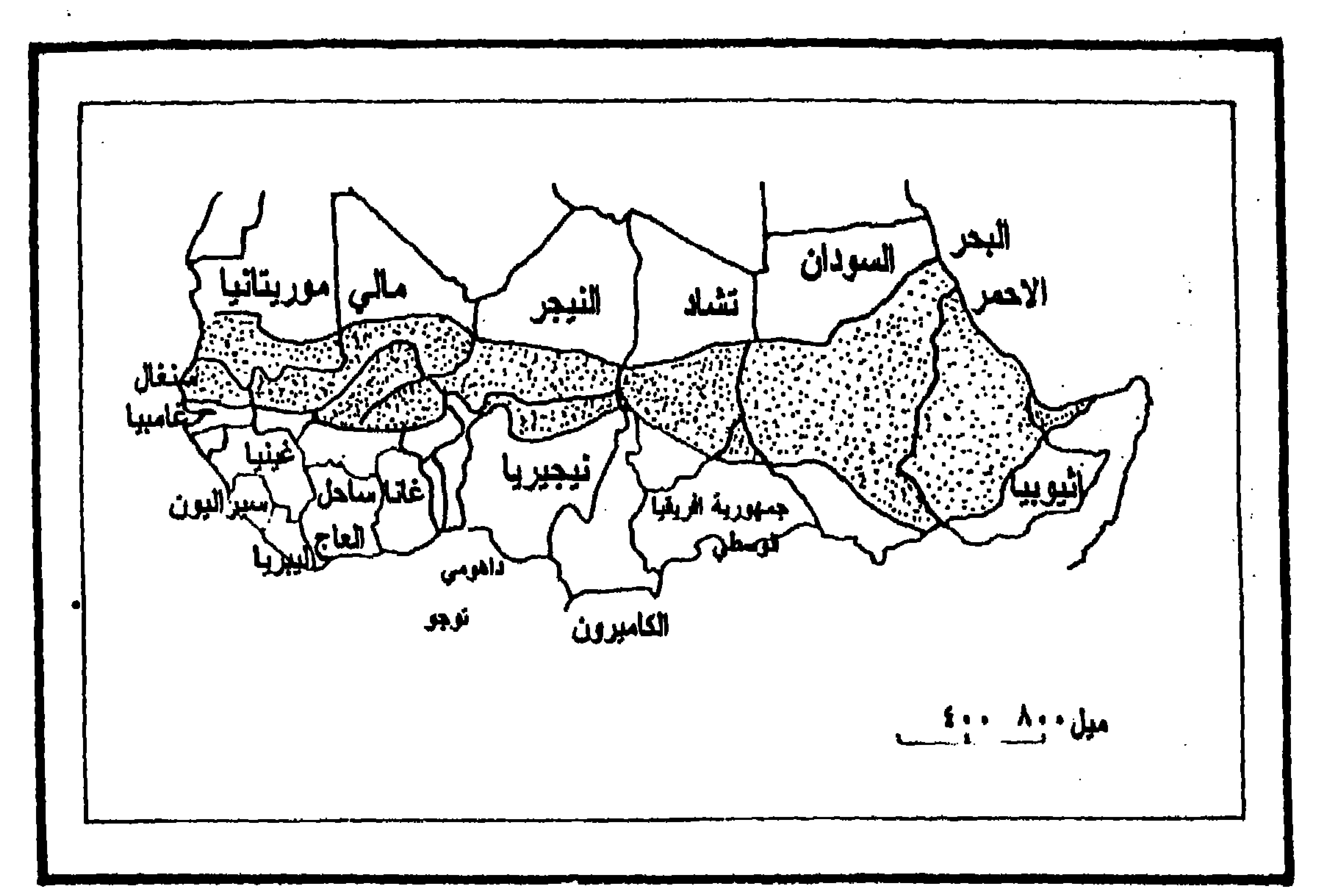
نفس الحال قد وجد فى الأقاليم القاحلة فى المناطق الأخرى فى العالم كما هو الحال فى ولاية تكساس بالولايات المتحدة والتى حدث بها جفاف فى الفترات من ١٩٣٦-١٩٤٩ ومن ١٩٥٠-١٩٥٦، ومن ١٩٦١-١٩٦٥ وفى شمال افريقيا حدث فى الفترة ٤٦-١٩٤٨، ١٩٨٠-١٩٨٥، وظروف حدوثه فى الولايات المتحدة وغيرها من الأماكن فى العالم كان بسبب تكوين تيارات النينو فى المحيط الهادى.

وقد ظل إقليم الساحل خلال الستينيات والسبعينيات يستقبل مطراً على طول الهامش الصحراوى بنسبة ٤٠% - ٦٠% فقط من معدلها، ونقصت إلى ١٥% فقط فى بعض المناطق شمالى مالى ووسط النيجر وشمال تشاد فى ١٩٧٢-١٩٧٣ (محمد، ١٩٩٢، ص٤٢)، ولم تنكسر حدة موجة الجفاف التى اجتاحت هذا الإقليم فى النصف الثانى من القرن العشرين إلا فى عام ١٩٩٤ شكل (١٨).

ويلاحظ أن درجة الجفاف (أو نسبة حدوثه) فى دول اقليم الساحل تزيد بالابتعاد عن النطاق شبه الاستوائى والاتجاه نحو الشمال حيث تصبح الأمطار فصلية من جهة، وتقل تدريجيا بالابتعاد عن خط الاستواء من جهة أخرى ولذا يزيد التباين فتزيد درجة الجفاف وحدوثه.

ويتكرر الحال فى النصف الجنوبى للقارة الإفريقية، حيث تتراوح نسبة الأراضى القاحلة فى الدولة ما بين ١٠٠% من مساحتها كما فى بتسوانا وناميبيا ٩٨%، وبين ٧٥% كما فى كيب فرد غرب القارة، وقد تقل إلى نصف مساحة الدولة على غرار السودان كما فى كينيا والتى بها ٥٢% وفى جمهورية جنوب أفريقيا ٥٦% وهناك دول تقل بها المساحة القاحلة بدرجاتها إلى أدنى نسبة مساحية مثل مدغشقر وزامبيا بنسبة ٨% فى كل منهما.

وهكذا يتضح أن الاتساع المساحى والموقع ووجود السواحل ووجود مناطق أحواض بنائية داخلية معزولة ووجود أنماط التصريف الداخلى كلها لعبت دوراً فى ظهور الجفاف، وفى الجنوب الغربى ترتبط صحراء جنوب غرب القارة بتيار بنجويلا البارد وتمتد حتى نهر الكنغو شمالاً، بينما فى الحزام الممتد من أريتريا إلى



المصدر: Oliver,1981

توزيع إقليم الساحل فى قارة أفريقيا

شكل (١٩)

نياسا شرقى القارة هو حزام جاف وتشير النباتات الطبيعية إلى الجفاف، وبالاتجاه نحو الشمال الشرقى نجد الإستبس والصحراء شرق بحيرة فكتوريا ويمتد إلى الصومال ويوازى الساحل (De Martonne, 1927, p.440).

أمريكا الشمالية :

على الرغم من وقوع دولة مثل كندا فى عروض معتدلة باردة وباردة إلا أنه توجد بها مساحة تقع تحت ظروف الجفاف، وتبلغ ٠,٠٣ من المليون كم٢، وتمثل ٠,٣% من مساحة الدولة، وهى تقع تحت الظروف شبه القاحلة Semiarid، وهى تمثل مناطق امتداد طبيعى لنفس النطاق الموجود فى الولايات المتحدة عبر جبال

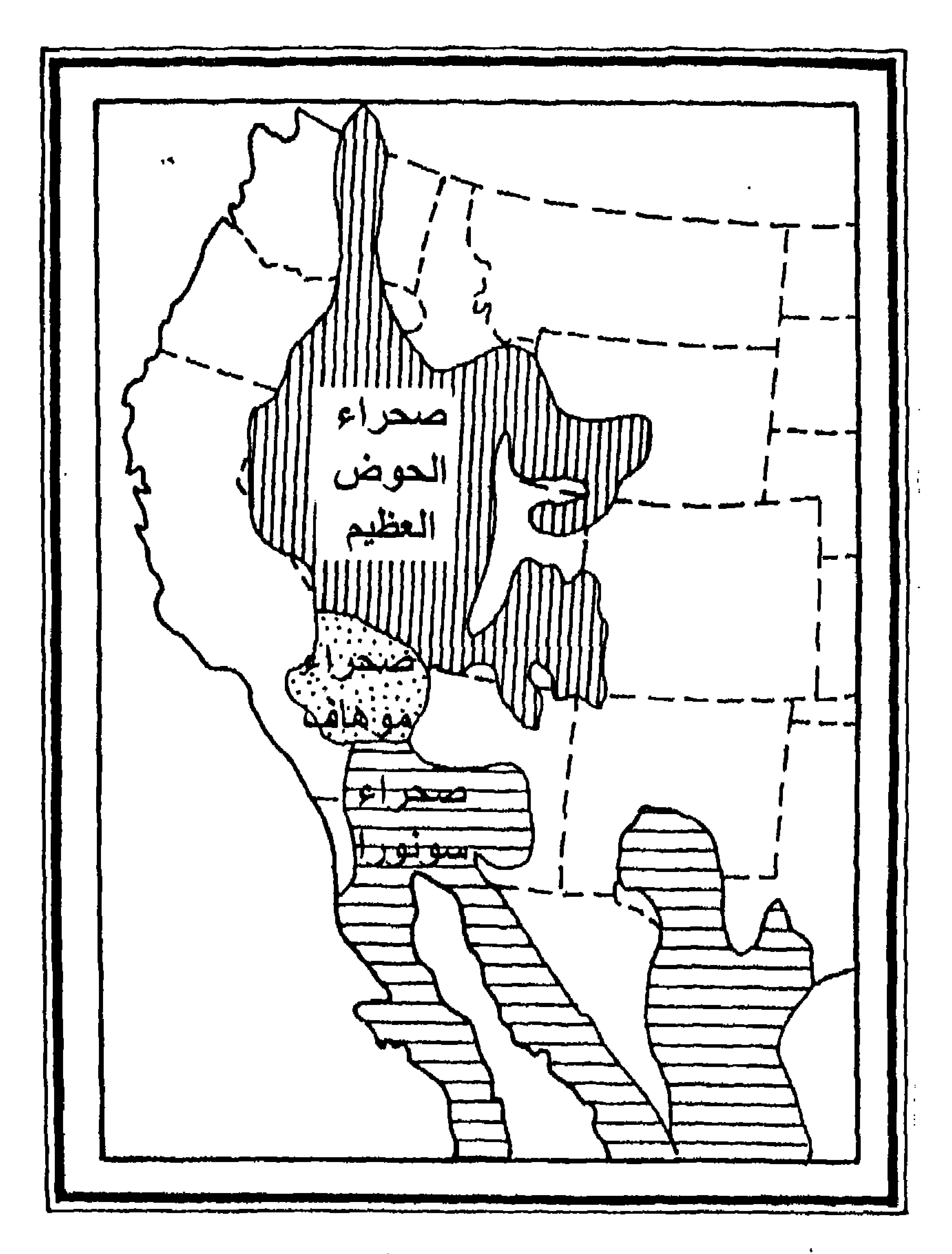
روكى والمناطق الداخلية بين الجبال شرقا والبحر ممثلا فى المحيط الهادى بجباله المرتفعة غرباً.

وفى الولايات المتحدة تقع المناطق الصحراوية والنطاق فى غرب وجنوب غرب البلاد، وتزيد نسبة مساحتها إلى ٢٣% من مساحة الدولة وتبلغ هذه النسبة نحو ٢,١٥ مليون كم٢.

وتعتبر قارة أمريكا الشمالية من أوضح القارات فى نظم التصريف الداخلى وتبلغ المساحة ١٠% من الدولة. وقد أثر المناخ والتيارات البحرية على تكوين الأراضى الجافة والقاحلة إضافة إلى دوز التضاريس فى هذا التكوين. وتمتد المناطق الجافة – والقاحلة من جبال روكى حتى الحوض العظيم غرباً، حيث يقل معامل الجفاف حسب معامل دى مارتون عن ٣٠، وقد يقل إلى ٢٠ فى الحوض العظيم (De Martonne, 1927, pp. 409-410).

ويضم النطاق القاحل والجاف غرب وجنوب أمريكا الشمالية عدة صحارى هى من الشمال إلى الجنوب : صحراء الحوض العظيم Great Basin، وإلى الجنوب منها توجد صحراء موهاف Mohave وإلى الجنوب من موهاف توجد صحراء سونورا Sonoran، ثم صحراء شيهاوهاون Chihauhaun شمالى المكسيك والتى تمتد إلى هضبة وسط المكسيك، كما فى شكل (٢٠).

ويوجد الجفاف dry فى نطاق السهول العظمى كمظهر متكرر من حين لآخر كل ٢٠ سنة فى الجنوب الغربى وفى المناطق شبه الجافة بالسهول العظمى. وقد حدث الجفاف فى بداية الثلاثينيات من القرن العشرين والتى عرفت باسم "Theduat Bowl" والتى تعنى العواصف الترابية السريعة، وقد انتشرت وفيات عديدة سجلتها السلطات فيما بين ١٨٩٠-١٩١٠ أثناء حدوث الجفاف (Smith, 2001, p.298) وأغلب المناطق الأمريكية التى تقع هنا هى شبه قاحلة، والقليل منها نسبياً يقع تحت الظروف الجافة، وتشمل أيضاً صحراء أريزونا وتكساس.



توزيع الصحارى فى قارة أمريكا الشمالية
شكل (٢٠)

أما المكسيك فبها ما يقرب من نصف مساحتها تقع تحت ظروف الأراضـــى القاحلة والجفاف ومنها صحراء وسط المكسيك وشمالها، وشمالها الغربى شاملة شبه جزيرة كاليفورنيا.

أمريكا الجنوبية :

تقل نسبة المساحة القاحلة والجافة فى دول أمريكا الجنوبية بالنسبة لمـساحة كل دولة على حدة، وإن كانت أكبر مساحة توجـد فـى الأرجنتـين (٥٢% مـن المساحة) وشيلى (٤١% من المساحة)، أما باقى الدول فتتراوح المساحة بين ١% - ١٦% فقط.

وتتوزع المنطقة القاحلة وشبه القاحلة فى الطرف الشمالى الشرقى للبرازيـل فى مناطق سييرا، وباراهيبا، وبيرنامبوكو، وهذا الإقليم به مجموعة أودية ضـحلة أغلبها مجرد خطوط من البحيرات والبرك الطويلة الشكل، تتشكل فى فصل المطر وتصبح بعد ذلك شبه جافة أو جافة لأطول فترة فى السنة. وقد تعرض هذا الإقلـيم لفترات جافة أصابته فى الربع الأول من القرن التاسع عشر فى سـنوات ١٨٠٤، ١٨٠٨-١٨٠٩، و ١٨١٦-١٨١٧، و ١٨٢٣-١٨٢٥ مما أدى إلى حدوث هجرات السكان نحو الجنوب (Friese, 1938, p.373). وقد عانت البرازيل من قسوة الجفاف فى سنوات ١٩١٥، ١٩١٩، ١٩٣٤، ١٩٩٤، وزادت حساسية الأرض واستعدادها للتصحر Vulnerability.

ويعتبر إقليم شمال شرق البرازيل من أشهر الأقاليم الجافة فى القارة والـذى يكون له صلة بتوزيع الكتل الهوائية. فأمطار الشتاء التى تواجه الساحل الجنـوبى الشرقى وتصل إلى بيرنامبوكو لا تستطيع أن تواصل سيرها غرباً أو شمالا، فـى حين نجد أن الفترة من ديسمبر حتى مايو تأتى الرياح الدفيئة من المحيط الأطلنطى فى العروض الاستوائية، وإذا وصلت المنطقة تتزود بالمياه بشكل مـستمر حتـى تصل إلى المنطقة بين المدارين وأثناء عبورها فوق أنهار شمال شرق البرازيل فإن المنطقة تعتبر أنها تمر بفترة جفاف (Jamis, 1939, p.134).

وفى غرب أمريكا الجنوبية توجد صحراء أتكاما والتى تشغل مساحة قـدرها ٣٦٠ ألف كم٢، وتمتد فى كل من شيلى وبيرو، وهى صحراء ساحلية، تمتد علـى هوامشها أيضاً أراضى جافة تشبه فى تكوينها صحراء كلهـارى جنـوب غـرب أفريقيا. ويتوزع النطاق القاحل وشبه القاحل فى غرب أمريكا الجنوبية مـن خـط الاستواء حتى خط عرض ٣٥° جنوباً إلى الغرب من جبال الأنديز، لذا يمتد فـى شيلى وبيرو وإكوادور. ويتميز النطاق شبه القاحل فى شيلى بين خطـى عـرض ٣٠-٣٢° جنوبا، حيث يتميز بقلة الأمطار وشدة تقلب عمليات السقوط خاصة وإن التساقط يكون بين شهرى مايو وأغسطس، ويتراوح المطر بـين ١٤٣-٢٠٠مـم (Fuentes & Compusano, 1985, p. 67 & 70).

وإذا اتجهنا من الغرب نحو الشرق إلى داخل أمريكا الجنوبية تجـاه بوليفيـا وباراجواى نجد امتداداً للمناطق القاحلة وشبه القاحلة. ففى شـمال بوليفيـا توجـد كويستا تعرف باسم كويستا ساما Sama والتى تتميز بسيادة الجفاف، وبالاتجاه منها نحو الشرق يزداد الانخفاض، وتظهر الأودية النهرية والأودية الجافة وشبه الجافة، ويوجد نهر ريوجراند الذى يتميز إقليمه بالتكوينات الجافة وتمتد مـساحة واسـعة تشغلها مسيلات ضيقة، ويشبهها فى ذلك أودية اليانجاز التى تشغل نطاقاً منخفـضاً فى المناطق الجبلية، ويبدو أن المنخفض يتميز بظروف مناخية أكثر جفافاً (Troll, 1929, p. 244 & 249) ويلاحظ أنه بالانخفاض تتشبع الرياح أو الهواء ببخار الماء وبالارتفاع يحدث التكاثف، ولما كان موقع هذه المناطق فى بوليفيا داخلى، ومحاط بمرتفعات فإن الهواء يجفف الإقليم ولا يغذيه الهواء بأمطار فيميل إلـى الجفـاف أكثر من ميله إلى الأحوال الرطبة والتساقط.

أما النطاق الثالث فتوجد به الأراضى القاحلة وشبه القاحلة والصحارى وهو الشريط الضيق الهامشى شرقى جبال الإنديز، والذى يمتد من خـط عـرض ١٨° جنوباً حتى جنوب إقيم بتاجونيا، نحو الجنوب وهو نطاق يقع فى ظل المطر الـذى تحجبه سلاسل الكورديللرا المكونة لجبال الأنديز، وتكون هضبة بتاجونيـا معظـم أجزاء هذا النطاق القاحل وشبه القاحل، وهذا النطاق يتسع فى الـشمال ويـضيق

بالاتجاه نحو الجنوب متأثراً فى ذلك بامتداد السلاسل الجبلية والشكل المستدق المميز لجنوب أمريكا الجنوبية.

استراليا :

تبلغ مساحة قارة استراليا ٧,٦١ مليون كم٢، منها ٦١% أراضى قاحلة وشبه قاحلة (Le Houérou, 1992, p.201) ، أما المساحة التى تقع تحت ظروف الجفاف فتبلغ ٢٨% من القارة كما فى شكل (٢١).

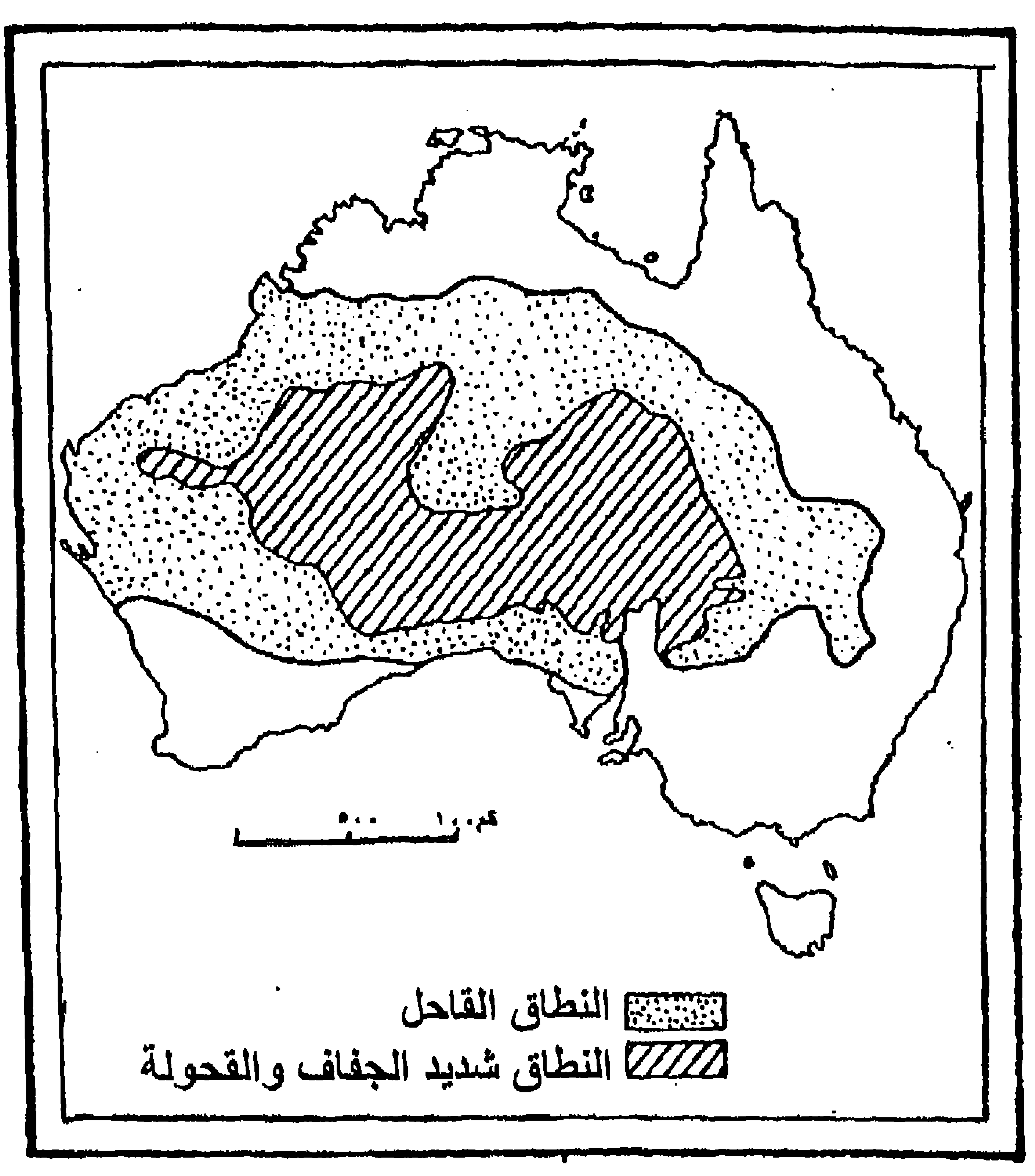
وينظر إلى الصحراء الغربية فى استراليا على أنها ليست صحراء كلية، حيث قد توجد فيها بعض المراعى الجيدة فى فصول التساقط العادى، ومع هذا قد يأتى الجفاف ويطبق عليها ويدمر المراعى (Clapp, 1926, p.230).

والصحراء الغربية فى استراليا ليست قطعة واحدة، إنما هى عدة صحارى متصلة أو منفصلة جزئياً، حيث تشمل صحراء جبسون، والصحراء الرملية الكبرى، وصحراء فكتوريا، وصحراء سمبسون، وهى كلها صحارى أكثر جفافا وأقل عمرانا وسكنى ومعظمها جرداء وخالية من الأشجار.

ويتكرر حدوث جفاف dry فى استراليا كل فترة. وقد أصابها الجفاف خلال الفترة ١٩٧٩-١٩٨٣ وكان أقسى حالات الجفاف فى التاريخ الاسترالى، حيث تأثر أكثر من نصف المزارع بالجفاف، وتأثر به ٦٠% من الثروة الحيوانية القومية للبلاد، وذلك بسبب تقويض التربة وتدهور النبات الطبيعى (Smith, 2001, p.290).

قارة أوربا :

هى من أقل القارات فى امتداد الأقاليم الجافة والقاحلة نظراً لتوغل المسطحات المائية البحرية داخل أراضيها، وعدم وجود حواجز جبلية تعترض مسار معظم الأعاصير وأضداد الأعاصير والتى تتسبب أحوالها فى سقوط الأمطار. ومع ذلك فإن الوضع التضاريسى لبعض المناطق مثلما الحال فى اسبانيا تخلق مجالاً لظهور الجفاف كما هو الحال فوق هضبة المزيتا، وجنوب شرق البلاد، ووقوع أراضى أسبانيا إما فى ظل المطر خلف الجبال الموجودة فى البرتغال أو تكون محاور الجبال من الغرب إلى الشرق متمشية فى معظم الأحوال



المصدر: Buckly, 1985

توزيع المناطق القاحلة فى استراليا

شكل (٢١)

بشكل مواز لاتجاه الرياح فيقل التساقط، أو توجد المناطق بالداخل وتكون محاطة بجبال مثلما هو فى هضبة المزيتا التى تحيط بها جبال كنتبريان شمالاً وسييرانيفادا جنوباً وجبال البرتغال فى الغرب حيث سلاسل سستيما الوسطى وامتدادها غرباً.

وتوجد مناطق أخرى فى القارة قد يكون الجفاف فيها غير محسوس، حيث يمتد نطاق من نهر الفولجا حتى بحر قزوين. كما أن إقليم البحر المتوسط جنوب أوربا يتميز بأنه يتراوح بين المناخ شبه الرطب والمناخ شبه الجاف، ولذا فإن البعض يضعه ضمن نطاق الأراضى الجافة فى القارة الأوربية (Young, 1998, p.17).

توزيع أحداث الجفاف drought فى العالم :

يمكن توزيع أحداث الجفاف والتى أصابت العالم، فى أواخر القرن العشرين، توزيعاً مكانياً، وذلك اعتماداً على الكتابات، وعلى شكل (٢٢). وقبل هذا التوزيع المكانى يمكن عرض بعض الملاحظات على جفاف عام ١٩٧٢ من جهة وجفاف عام ١٩٨٢ من جهة أخرى بالصورة الآتية :

(١) أن جفاف عام ١٩٧٢ لم يزد عن ٢٢ منطقة.

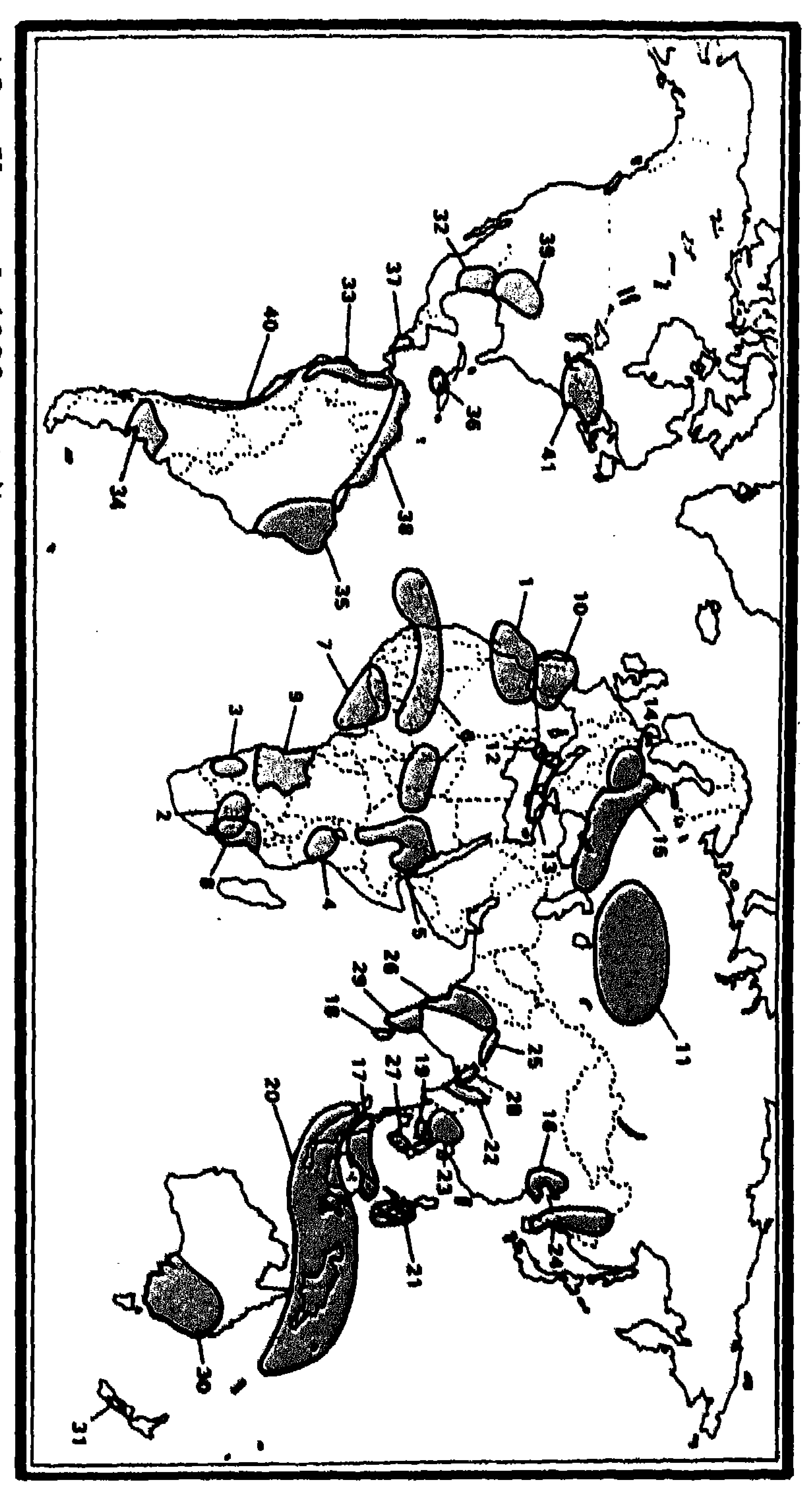
(٢) أن جفاف عام ١٩٧٢ لم يكن له انتشار مثلما الحال فى جفاف ١٩٨٢.

(٣) أكثر الزيادات فى الحالات نجدها ظهرت فى أفريقيا وأمريكا الجنوبية، وهذا له علاقة قوية بظاهرة النينو.

(٤) يلاحظ على خريطة توزيع الجفاف drought عام ١٩٨٢ أيضاً أن الجفاف يظهر فى مناطق شرق القارات مثلما يظهر فى غرب القارات.

(٥) أن الجفاف قد أصاب كل القارات بلا استثناء فهو يظهر فى قارة أوربا مثلما يظهر فى أفريقيا، ويظهر فى أمريكا الشمالية مثلما يظهر فى أمريكا الجنوبية.

(٦) أنه يظهر فى العروض الحارة وفى العروض المعتدلة على السواء، حيث يظهر فى نيجيريا وغانا وبنين فى العروض الحارة فى أفريقيا ونجده يظهر فى شمال غرب القارة فى العروض المعتدلة الدفيئة حيث يظهر فى المملكة



المصدر: After Kennsth 1993

توزيع أحداث جفاف ١٩٨٢ فى العالم
شكل (٧)

المغربية. وفى أمريكا الجنوبية تظهر أحوال الجفاف على جانبى خط الاستواء فى البرازيل وفى الجيانات وشمال فنزويلا فى العروض المدارية الحارة، ونجده أيضاً يظهر فى شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية حيث مجموعة الولايات الأمريكية حول نيويورك وما جاورها من الأراضى الكندية فى حوض نهر سانت لورنس وتقع أغلبها فى العروض المعتدلة الباردة.

(٧) أنها تتوزع فى داخل القارات مثلما توجد أيضاً على السواحل وبالقرب منها على هوامش القارات، ففى وسط آسيا وجد الجفاف فى كازاخستان وجنوب غرب سيبيريا والنطاق الجنوبى لجبال الأورال، وفى قلب القارة الأفريقية وجد فى غرب السودان وتشاد وهى أجزاء من إقليم الساحل ، كما وجد فى قلب آسيا أيضاً حتى فى نيبال.

أما **التوزيع الجغرافى** لمناطق حدوث الجفاف drought فى العالم، والموضح فى شكل (٢٢) فيمكن التعرف عليه فى كل قارة على النحو التالى :

ق آسيا :

١- سهل الصين الشمالى وهوبى.
٢- إقليم ماليزيا – شبه جزيرة الملايو وغرب بورنيو .
٣- سرى لانكا.
٤- جنوب شرق تايلاند.
٥- اندونيسيا وجزيرة بابوا – نيوغينيا وجزر ميلانيزيا (فى غرب المحيط الهادى).
٦- جنوب وشرق الفلبين.
٧- جنوب بورما (مينمار).
٨- لاوس وشمال تايلاند وجنوب فيتنام وكمبوديا.
٩- الكوريتان الشمالية والجنوبية وشمال شرق الصين .
١٠-.نيبال.
١١- غرب وشمال الهند خاصة إقليم راجستان.

١٢- جنوب فيتنام وشرق كمبوديا.

١٣- جنوب شرق ووسط بنجلاديش.

١٤- جنوب الهند فى كيرلاّ.

أفريقيا :

١- شمال غرب أفريقيا فى الجزائر والمغرب وجزر كناريا.

٢- جنوب شرق أفريقيا شرق بتسوانا وجنوب زامبيا وجنوب موزمبيق وشمال جمهورية جنوب أفريقيا.

٣- وسط ناميبيا.

٤- شمال تنزانيا وشرق رواندا.

٥- شمال شرق أفريقيا، وشرق السودان وشمال شرق أوغندا وشمال أثيوبيا وكل أريتريا.

٦- إقليم الساحل فى أفريقيا، وجزر الرأس الأخضر وشمال السنغال والساحل الغربى، وشمال غامبيا وجنوب موريتانيا ووسط مالى وشمال فولتا العليا.

٧- الساحل الغربى الأفريقى فى ساحل العاج، وغانا وتوجو وبنين ونيجيريا وساو تومى وجزيرة برنس.

٨- جنوب شرق أفريقيا : فى شرق زيمبابوى وجنوب موزمبيق.

٩- أنجولا.

أوربا :

١- أسبانيا والبرتغال.

٢- وسط الاتحاد السوفيتى السابق (روسيا الاتحادية) وجنوب الأورال وغرب سيبيريا.

٣- جنوب إيطاليا : فى صقلية.

٤- دول حوض البحر المتوسط مثل جنوب إيطاليا، واليونان، وغرب تركيا.

٥- بولندا وأجزاء من يوغسلافيا (السابقة) وشرق ألمانيا.

٦- جنوب غرب روسيا وذلك فى شمال القوقاز وأوكرانيا ودول بحر البلطيق.

أما عن الجفاف فى أوربا فى عام ٢٠١٠ فيلاحظ عليه الآتى :

أ- أنه فى ½ السنة الأولى حدثت موجة ارتفاع حرارة هى الأعلى منذ فترة طويلة.

ب- حدث أخطر ارتفاع درجة حرارة منذ ١٣٠ سنة ماضية خاصة فى موسكو .

ج- حدث أسوأ جفاف فى بريطانيا منذ عام ١٩٢٩، وتسبب فى حدوث عشرات الحرائق فى روسيا أيضاً مما هدد أمنها العسكرى والبيئى من قواعد عسكرية ومنصات الصواريخ وتلوث هواء موسكو بالدخان الكثيف.

استراليا والأوقيانوسية :

١- جنوب شرق استراليا فى ولايات ويلز وفكتوريا واستراليا الجنوبية.

٢- نيوزلندا : على الساحل الشرقى للجزيرة الجنوبية وسهول كانتربرى.

أمريكا الشمالية والجنوبية وجزر الكاريبى :

(١) وسط وشمال شرق المكسيك، وجنوب شرق تكساس .

(٢) شمال بيرو وأكوادور وكولومبيا خاصة فى وادى كوكا ومجدلينا.

(٣) الأرجنتين : فى مقاطعة بوينس أيريس.

(٤) شمال شرق البرازيل.

(٥) جنوب هايتى وجاميكا.

(٦) كوستاريكا وجنوب نيكارجوا.

(٧) شمال غرب كولومبيا، وشمال فنزويلا، والجيانات .

(٨) جنوب الولايات المتحدة : فى تكساس وأجزاء من أوكلاهوما وأركنساس.

(٩) الساحل الغربى لأمريكا الجنوبية: جنوب بيرو وشيلى.

(١٠) جنوب الولايات المتحدة فى شمال مين وجبل واشطن ونيوهمبشير، وجنوب شرق كندا فى منطقة وادى نهر سانت لورنس.

الولايات المتحدة الأمريكية : دراسة حالة للتوزيع الجغرافى

(أ) **فى الشرق** : يلاحظ أنه فى منطقة نيوانجلند وجد الجفاف من الدرجة المعتدلة DI ومن الدرجة الخفيفة جدا DO وهو ما يعرف بالجفاف غير العادى.

(ب) **فى منطقة البحيرات العظمى** استمر العجز فى المطر لمدى طويل.

(ج) **فى نطاق السهول** استقبلت الأجزاء الوسطى والجنوبية منها مطراً أقل من المعتاد، وقل المطر أو ندر فى كل من ولايتى تكساس ولويزيانا أو انعدام فيها المطر وغطى معظمها الجفاف الخفيف أو المعتدل. وانخفض منسوب المجارى المائية ونقصت المياه بسبب النقص فى الأمطار.

(د) **فى الغرب** اختفى المطر من معظم الولايات الشرقية الواقعة فى الغرب الأمريكى وأغلب حالات الجفاف هى من النوع غير العادى DO ومن الجفاف المعتدل وأدى هذا إلى استمرار سيادة الجريان المائى بمناسيب أقل من المعتاد، إضافة إلى وجود حالات من الجفاف القاسى severe وهو D_2 أما جزر هاوى فقد اشتد فيها الجفاف وتراح بين الجفاف المعتدل D1 والجفاف المتطرف وأيضا الجفاف الشاذ D_3 ، D_4 ويظهر فى شكل (٢٣).

أنواع الجفاف فى الولايات المتحدة عام ٢٠١٠

(١) وجد الجفاف الزراعى والمرتبط بالمحاصيل والمراعى وأراضى الحشائش فى كل من :

- منطقة الساحل الشرقى على الأطلنطى.

- منطقة سهول المسيسبي وساحل المكسيك في الجنوب في لويزيانا وتكساس .
- جنوب شرق البحيرات العظمى،
- جنوب وجنوب غرب البحيرات العظمى.

(٢) الجفاف الهيدرولوجي : وهو المتعلق بجريان الأنهار في الولايات المتحدة حيث ظهر هذا النوع جنوب غرب بحيرة متشجان.

- في وسط السهول العظمى.
- في أريزونا وجنوب غرب الولايات المتحدة.
- في شمال شرق ولاية كاليفورنيا وجنوب واشنجتن.
- في جزر هاواي.
- في وسط شبه جزر السكا.

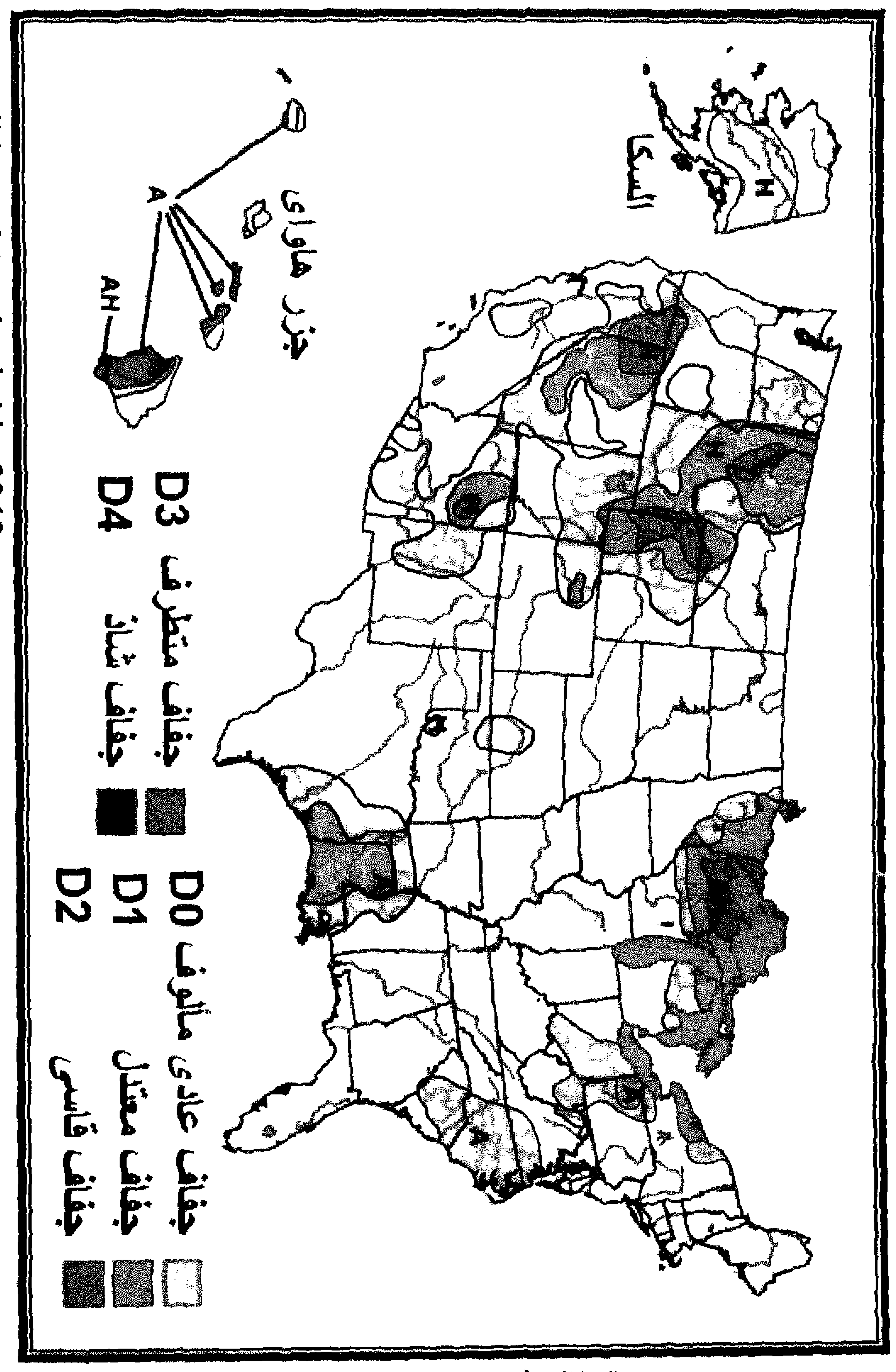
الجفاف الزراعي

قدر في عام ١٩٩٥ أن المعدل السنوي للفاقد بالجفاف = ٦ – ٨ بليون دولار. وقدرت بعض منظمات إدارة الكوارث أنه في مقابل إنفاق دولار واحد لتقليل الخطر الواقع من الكارثة Mitigations فإنه يتم إنقاذ وتفادي ٤ دولار.

درجات الجفاف في الولايات المتحدة :

١ – **جفاف خفيف** Abnormal ويأخذ رمز Do وهو حالة الجفاف المألوفة والتي لا تسبب قلقا اجتماعيا أو إداريا أو اقتصاديا ونجده ينتشر في معظم الولايات الغربية الأمريكية، بدءا من الجنوب الغربي حتى الشمال مع الحدود الكندية، ويضم بيئات حارة وبيئات معتدلة ومعتدلة باردة.

ويوجد في الأجزاء الجنوبية في جنوب السهول الوسطى في ولايات كانساس وأولاكوما وتكساس إضافة لولاية نبراسكا في الوسط الغربي . هذا ويوجد في شبه جزيرة السكا ويغطي نصف مساحتها في حوض نهري يوكون وكوسوكويم في جنوبه. كما يطوق أجزاء حول البحيرات العظمى، إضافة إلى ولايات كارولينا في أقصى الشرق.



رصد الجفاف فى الولايات المتحدة

تحت الظروف الحديثة والمعاصرة

شكل (٢٣)

٢- **جفاف معتدل** Moderate ويأخذ رمز D1 : ويوجد عادة في الأجزاء الداخلية من مواضع الجفاف الخفيف السابق ذكرها، إضافة إلى ولايات مسيسبى ولويزنـــا على الساحل الجنوبى المطل على خليج المكسيك.

٣- **جفاف قاسى** Severe ويأخذ رمز D2 : ويظهر فى خمسة مواضع رئيسية هى على النحو التالى:

أ- مثلث ولايات نيفادا وكاليفورنيا وأوريجون وحيث توجد ما يعرف بالصحراء العليا ونطاق الحوض العظيم Great Basin.

ب- فى شمال شرق ولاية أريزونا حيث توجد هضبة كلورادو.

ج- شمال ولاية ايداهو المتاخمة للحدود الكندية فى الشمال الغربـــى الأمريكـــى، وحيث توجد سلسلة جبال بيتيروت وهى جبال عظمى ضمن جبال روكى.

د- الركن الغربى لولاية ويونج والتى تقع شرق ولاية ايداهو السابق ذكرها حيث توجد سلسلة جبال وندرفر Wind River Rang ضمن سلاسل جبال روكى.

هـ - جنوب وغرب بحيرة سوبيريور الواقعة أقصى غرب البحيرات العظمـــى حيث توجد تلال مرتفعة شكل (٢٣).

الآثار البيئية للجفاف drought :

تتعدد الآثار البيئية للجفاف الذى يصيب مناطق كثيرة فى نصفى الكرة مـــن العالم وفى كل قارات العالم نجد دولاً تتأثر سنوياً بحدوث الجفاف. ويمكن أن نجمل هذه الآثار ثم نعرض لنماذج لبعض منها وذلك على النحو التالى :

(١) حدوث التدهور الزراعى.

(٢) تدهور البيئة الحيوية.

(٣) هجرة السكان.

(٤) حدوث المجاعات ونقص الغذاء.

ويمكن عرض بعض الحالات والنماذج لمثل هذه الآثار على النحو التالى :

(١) التدهور الزراعى : يتسبب الجفاف فى حدوث نقص زراعى، ونقص فى إنتاجية المحصول وذلك فى البيئات التى تعتمد فيها الزراعة بقدر كبير على الأمطار وتعرف بالزراعة المطرية. ولما كان الجفاف يعنى النقص فى كمية الأمطار السنوية، فإن هذا لاشك سوف ينعكس على نقص الإنتاج، وتدهور المحصول، وتقلص المساحة المزروعة أيضاً وهذا يمثل تدهوراً زراعياً.

ومن أمثلة ذلك الجفاف الذى يحدث فى إقليم الساحل بالقارة الأفريقية، حيث أن الجفاف هناك يعنى مدى وفرة المياه السطحية المتاحة للشرب والتى غالباً تكون نادرة، وهو يعنى العجز فى سقوط الأمطار عن الدرجة التى تفى بأغراض الشرب وعن نمو محاصيل الحبوب والأعلاف التى تنمو على الأمطار، وتصبح الإنتاجية فى ٣ – ٥ شهور فقط وحالتها ما بين الجيدة والرديئة ، وغير منتظمة فى جملتها العامة (Mortimore, 1987).

وفى نيجيريا كإحدى الدول الأفريقية التى تتأثر بمشكلة الجفاف نجد أن حالات الجفاف فى أوائل السبعينيات من القرن العشرين أدت إلى انخفاض إنتاج الذرة من نوع الدخن Millet وهبوطه إلى ٤٠% وإلى ١٢% فقط، وقل عدد الحيوانات بمقدار الثلث، وقام الزراع ببذر بذور الحبوب التى لديهم وعاشوا شهرين بدون حبوب حتى إلى ما بعد الحصاد فى عام ١٩٧٣ (Ibid, p.6) . وفى غينيا تعرض الذرة corn للجفاف يؤدى إلى قصر طول النبات إلى نصف طوله فقط.

وتختلف درجة حدة الجفاف فى الصومال، حيث يوجد الجفاف كل ٣ – ٤ سنوات، وكان من أكبر إصابة للجفاف بها هو ما حدث عام ١٩٨٠ الذى قتلت ملايين عديدة بسببه من الحيوانات.

وفى بريطانيا حدث الجفاف عام ١٩١٦ وعانى منه كثير من الأوربيين، وانخفض دخل المزارع فى بريطانيا إلى ٣٠%–٤٠% فقط (Mckay, 1978, p.54). وحتى الولايات المتحدة الأمريكية نفسها لم تسلم من التدهور الزراعى الناتج عن

حدوث الجفاف، وحدث ذلك خلال ١٩٨٧ – ١٩٨٩ فى الغرب الأمريكى، وجفاف أقل قد حدث فى نيوريوك عام ١٩٨٥ مما أدى إلى فقد زراعى كبير بسبب العجز فى المطر والتساقط (Burton et al., 1993, p.18)

(٢) **تدهور البيئة الحيوية :** يتسبب نضوب المطر وحدوث الجفاف فى بعض السنوات فى نقص وتدهور النبات الطبيعى والحيوان الفطرى. ومن أمثلة ذلك أن قلة الأمطار كما أشار ساكسينا (Saxena, 1999) فى نطاق الحشائش الحارة والمعتدلة – أى السافانا والاستبس – تؤدى إلى تدهور الحشائش، وهذا ينعكس على أعداد الحيوانات التى تعيش فى المراعى والتى تحدث لها نقص ونفوق مما يتسبب فى حدوث المجاعة ومن المعروف أن الجفاف يحدث إذا قل تساقط المطر إلى حد يتراوح بين ٢٥% – ٥٠% عن المعدل.

(٣) **هجرة السكان :** يتأثر السكان بدرجة سريعة بحدوث ظاهرة الجفاف، حيث أن تدهور الإنتاج الزراعى الناتج عن حدوث الجفاف يتسبب فى حدوث اضطراب اجتماعى لدى السكان، مما يجعلهم يفكرون فى الرحيل عن المكان والهجرة إلى مناطق أكثر أماناً فى المعيشة، خاصة إذا طالت فترة الجفاف وتعاقبت سنواته. ومن أمثلة ذلك ما حدث فى البرازيل حينما حل الجفاف، والذى أدى إلى تحرك الفلاحين إلى المدن الجنوبية مما قلل من مخاطر الجفاف على السكان (Burton et al., 1993, p.25) كما سبق الذكر. وفى قارة أفريقيا حدث الجفاف فى إقليم الساحل وتأثر به ١٣ دولة، وتتراوح عدد السكان المتأثرين به فى كل دولة منها ما بين ٠,١ من المليون نسمة فى الرأس الأخضر و ٦ مليون فى السودان، وإجمالى السكان المتأثرين به ١٩,٢ مليون نسمة، هاجر منهم ٣ مليون نسمة بسبب الجفاف (Glantz, 1987, p.23)

(٤) **حدوث المجاعات ونقص الغذاء :** نظراً لنقص المحاصيل وتدهور الإنتاج، والزيادة السكانية الطبيعية بين سكان المناطق المتأثرة بالجفاف يزداد حاجتهم للغذاء والذى يتناقص بسبب الجفاف، وقد يصل هذا النقص إلى حد حدوث

المجاعة. ويحدث مثال ذلك فى الصومال وموريتانيا ودول إقليم الساحل بأفريقيا. ففى تنزانيا يحدث الجفاف مرتان كل ٣ سنوات ولكنه لا يكون ذو أثر على حدوث المجاعة. أما التكرار الأعلى فهو حدوث المجاعة فى أماكن محددة مرة كل ٥ سنوات وتكون مؤثرة على نصف عدد السكان، وتحدث مجاعة كبرى بسبب حدوث جفاف كبير كل ١٠ سنوات (Burton et al., 1993, p.18).

الجفاف فى المملكة العربية السعودية

(أ) مظاهر الجفاف فى المملكة :

(١) جفاف عدد كبير جداً من الآبار الجوفية التى حفرت فى المنحدرات الشرقية جنوب غرب المملكة إضافة إلى المناطق الداخلية أيضاً وبنسبة وصلت إلى نحو ٨٠%.

(٢)نقص المياه أمام السدود المقامة فى منطقة عسير والتى تحتجزها سنوياً، وبنسبة عجز تصل إلى ٩٠%.

(٣)جفاف كثير من النباتات الشجرية والمحاصيل بسبب العجز المائى اللازم لرى المحاصيل، والسبب هو نقص الأمطار من جهة وزيادة السحب من الماء الجوفى نتيجة لذلك من جهة أخرى، ولذا أصبح الخزان المائى الجوفى يتناقص سنوياً بمعدل ١ – ١,٥ متر (المركز الوطنى للأرصاد والبيئة، ٢٠٠٢، ص ١٧).

ارتفاع درجات الحرارة فى المناطق المختلفة بالمملكة عن الفترات السابقة، بحيث إذا أخذنا ثلاثة محطات متباعدة من الشمال إلى الجنوب وهى : عرعر، وحائل، والرياض وقارنا متوسط درجة الحرارة السنوى فى عامى ١٩٩٠، ٢٠٠٠ نجد أنها كانت فى عرعر ٢٢,٢° م وظلت تقريباً كذلك بحيث أصبحت فى عام ٢٠٠٠ تبلغ ٢٢,١°م . أما فى حائل فقد زادت من ٢٢,٥° درجة مئوية إلى ٢٢,٩ ° درجة عام ٢٠٠٠، ولكنها قلت عام ٢٠٠٤ إلى ٢٢,٣° وزادت فى الرياض من ٢٦,٢° درجة إلى ٢٦,٤ ° درجة مئوية، ثم إلى ٢٦,٦° عام ٢٠٠٤ كما فى جدول (١٦).

جدول (١٦)

تغير درجات الحرارة والعواصف الرملية فى بعض المناطق السعودية

السنة	متوسط درجة الحرارة			عدد أيام العواصف الرملية		
	١٩٩٠	٢٠٠	٢٠٠٤	١٩٩٠	٢٠٠٠	٢٠٠٤
عرعر	٢٢,٢	٢٢,١	٢٢,٨	٢٠	٢	٢
حائل	٢٢,٥	٢٢,٩	٢٢,٣	–	٣	٦
الرياض	٢٦,٢	٢٦,٤	٢٦,٦	–	٤	١

• المصدر : الكتاب الأحصائى السنوى، العدد ١٧، ٣٦ والجدول والتجميع من إعداد المؤلف.

أما فى واحة القطيف فى المنطقة الشرقية نجد أن هناك ارتفاع ملحوظ فى درجات الحرارة، حيث زاد المعدل خلال ٢٠ سنة بمقدار ١,٦° مئوية لشهر فبراير ممثلاً لحرارة الشتاء ونحو ٢,٧° مئوية فى شهر يوليو ممثلاً لفصل الصيف.

(٥) تزايدت العواصف الرملية والترابية خلال السنوات الخمسة عشر الماضية حتى منتصف العقد الأول من القرن الحادى والعشرين. ويلاحظ من جدول (١٦) وأن كانت قد نقص عددها فى عرعر إلاً أنها مازالت ممثلة. ومن جهة أخرى تزايد عددها فى كل من حائل والرياض، والتى كانت لم تسجل حالات منها فى عام ١٩٩٠، بحيث ظهر بهما ١٣ عاصفة و ٤ عواضف فى كل منهما على التوالى.

(ب) آثار الجفاف على بيئة المملكة :

(١) نقص مستوى الماء الجوفى :

نقصت المياه الجوفية وانخفض مستواها بسبب عدم تزودها من مياه الأمطار والناتج عن الجفاف. ففى المنطقة الشرقية جفت عيون كثيرة وهبط منسوب بعض الآبار، وقد بلغ النقص فى بعض الآبار الجوفية إلى ٧ أمتار فى الأحساء والقطيف. كما خفضت مناسيب المياه فى ينابيع كثيرة فى واحة القطيف ومن أشهرها عين

القصير، وجف بها كثير من العيون. وفى عين العوينة هبط منسوب المياه فى سنة واحدة عام ٢٠٠٢ بمقدار ٥ أمتار عن العام السابق بينما فى عين القصى بالقطيف انخفضت ١٠ أمتار (المركز الوطنى للأرصاد والبيئة، ٢٠٠٢).

وفى منطقة مكة المكرمة وجد نقص حاد فى المياه الجوفية العميقة لأودية المنحدرات الجبلية فى مخافظة الطائف، وانخفض مستوى المياه الجوفية فى منطقة المدينة المنورة، وفى محافظة العلا، بينما فى محافظة خيبر حدث بها نضوب.

وإذا انتقلنا إلى منطقة عسير نجد حدوث هبوط حاد فى المياه الجوفية وبعض الآبار قد نضبت تماماً، ويشبهها فى ذلك منطقة نجران حول مدينة نجران وحبونا، والخرخير والمياه فى جزر فرسان.

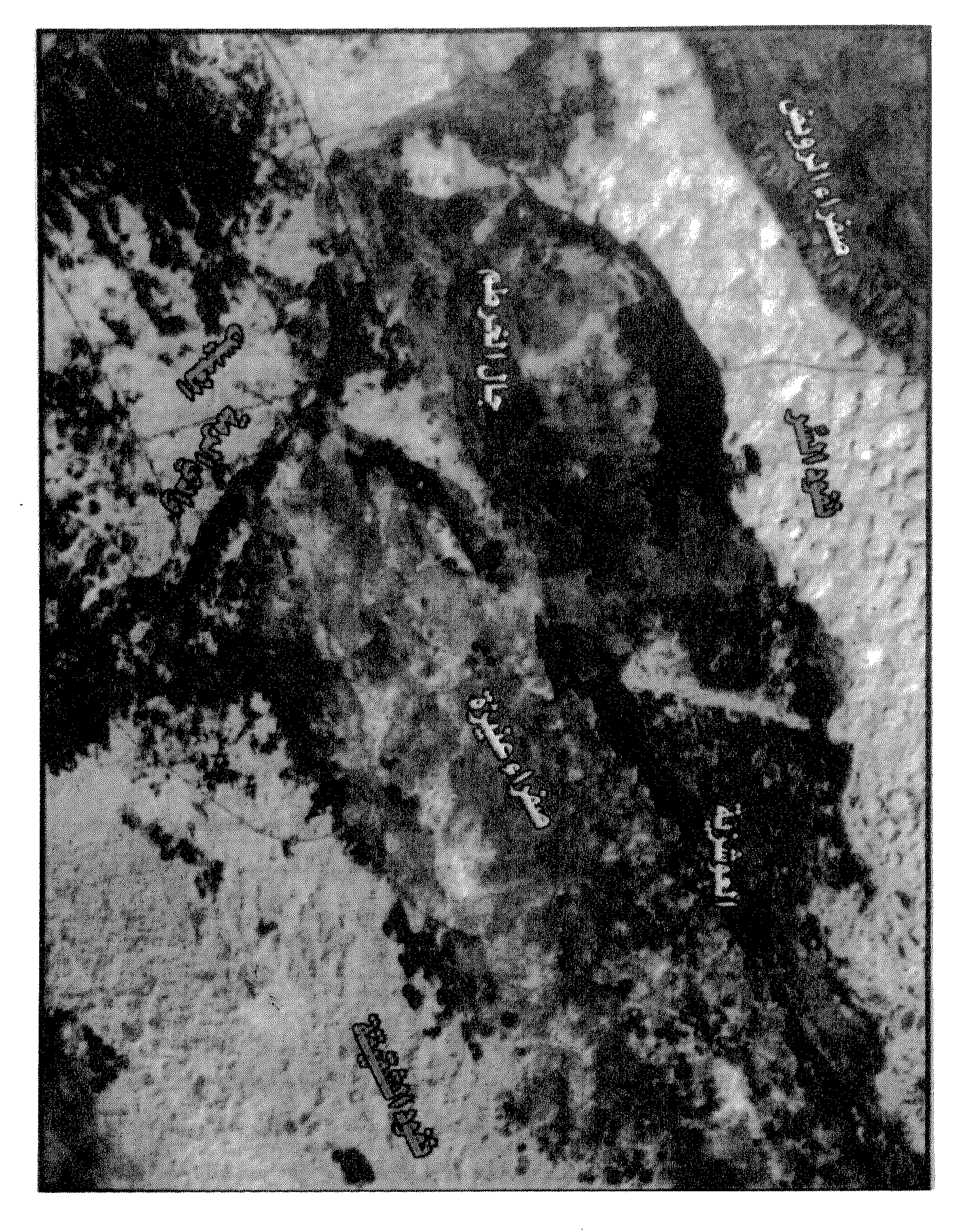
أما فى المنطقة الوسطى فى حائل فقد انخفضت معدلات إنتاجية الآبار فى الدرع العربى، وجفت بعض العيون والآبار خاصة فى منطقتى أجا وسلمى. ويشبهها الحال فى منطقة تيماء والجوف مع ارتفاع نسبة ملوحة المياه فى معظم حالات حائل والجوف.

وفى منطقة سكاكا نضبت المياه السطحية (القريبة من السطح) وانخفض منسوب المياه الجوفية فى منطقة الجوف.

(٢) تعرية التربة :

أدى الجفاف الذى أصاب كثير من أرجاء المملكة وفى سنوات متتابعة حتى بدايات القرن الحادى والعشرين إلى جفاف التربة وبالتالى تعريتها وفقد خصوبتها نتيجة نقص الأمطار وبالتالى قلة النبات الطبيعى، خاصة فى مناطق عسير.

ونظراً لسيادة الجُفاف، وما تبعها من نشاط فى العواصف الرملية والترابية فإن هذا قد أدى إلى زيادة معدلات نحت التربة، خاصة فى المناطق المكشوفة. وقد عمل ذلك على زيادة معدلات النحت فى منطقة نجران ومحافظاتها مثلما الحال فى بدر الجنوب وفى حبونا وحول مدينة نجران ، وفى منطقة الجوف فى شمال المملكة حيث زادت معدلات تعرية التربة هناك فى محافظة القريات وفى مركز عين



صورة توضح مناطق التصحر وزحف الرمال فى القطاع الجنوبى
بمنطقة القصيم
شكل (٨)

الحواس وفى مركز الفياض أيضاً ، وفى منطقة دومة الجندل حيث تكثر العواصف الترابية التى تنحت وتزيل الرواسب السطحية من التربة.

(٣) التصحر وزحف الرمال :

لما سادت ظروف الجفاف ونقص الأمطار، ونشطت العواصف الترابية، فإن هذا ساعد على جرف الرياح للرمال وحدوث مشكلات زحف الرمال على الأراضى الزراعية وعلى الطرق ومراكز العمران، وردم كثير من النبات الطبيعى.

فقد سجلت حالات زحف الرمال فى تيماء شمال حائل وزادت معدلات التصحر فى الأقاليم الشمالية.

وفى المنطقة الشرقية حدث زحف الرمال بمعدل ١٠ أمتار سنوياً وأصبحت الأراضى الزراعية مهددة مما أدى إلى اتخاذ الحكومة تنفيذ مشروع حجز الرمال بواحة الأحساء.

أما فى منطقة المدينة المنورة فإنه بسبب نقص الأمطار وشدة الحرارة وتفكك التربة فإنه زادت مساحة الأراضى التى تتعرض للتصحر، ونفس الحال فى محافظة العلا حيث نقصت أعداد المزارع المنتجة للمحاصيل الزراعية.

وفى منطقة نجران زادت معدلات التعرية والتصحر، وكثرت العواصف والدوامات الترابية، وحدث زحف رمال حول مدينة نجران وفى الخرخير.

وفى منطقة للوشم شرقى ترمداء وأشيقر وشقراء حدثت أحوال زحف رمال على الأراضى المزروعة، وهاجمتها الكثبان فى بعض المواضع ، وزادت رقعة التصحر فى منطقة السر التابعة للقصيم شكل (٢٤)، وفى منطقة حائل، إضافة إلى زحف الرمال وزيادة المساحة المتصحرة فى محافظة تيماء فى منطقة تبوك، وفى منطقة الجوف فى محافظة القريات وفى مركز عين الحواس ومركز الفياض وفى القطيف أيضا.

(٤) نقص مساحة المراعى :

تسبب الجفاف في تدهور المراعى فى شرقى الطائف، وقل النبات الطبيعى فى منطقة المدينة المنورة، وقلت مساحة النبات الطبيعى فى محافظة خيبر، وماتت الأشجار المعمرة من الطلح والسدر والعرعر فى منطقة عسير، وقلت المراعى فى نجران ومحافظاتها المختلفة، وجفت النباتات فى جزر فرسان، وتدهورت المراعى فى حائل وفى تيماء وبعض محافظات الجوف خاصة النباتات الحولية، وماتت بعض الشجيرات والأشجار المعمرة التي تعتمد عليها الماشية كغذاء فى منطقة القطيف.

(٥) آثار اجتماعية :

هجر كثير من السكان مناطق الزراعة المتدهور واستقروا فى المدن القريبة للعمل بالمهن الحضرية. كما هجر كثير من الرعاه مناطق الرعى المتدهور واستقروا على هوامش المدن فى منازل متدهورة تعرف باسم المخيمات وأغلب مادة بنائها من الصفيح والأخشاب، بحيث يكون موقعهم يجعلهم على اتصال بسكان الحضر والاختلاط معهم والعمل بالمهن المتواضعة.

الفصل الخامس

الأشكال الجيومورفولوجية فى الأقاليم

الجافة والقاحلة (dry & aird)

الأشكال الجيومورفولوجية فى الأقاليم الجافة والقاحلة

تتسم الأقاليم الجافة بملامح جيومورفولوجية خاصة بها، حيث تتأثر إما بعوامل باطنية فتظهر الأشكال البنائية، أو بملامح النحت الهوائى حيث أن للرياح السيادة دون العوامل الأخرى فى تشكيل ملامح السطح بهذه المناطق حيث تنشط الرياح فى عملها فى ظل ظروف الجفاف. كما تنتشر ملامح الإرساب الهوائى على مساحات كبيرة فى البيئة القاحلة بمختلف الأشكال الجيومورفولوجية فى المناطق المختلفة. ويمكن التعرف على الصورة العامة لأنواع الأشكال الجيومورفولوجية وتوزعها فى كل قارة، وخصائص هذه الأشكال.

قارة آسيا:

أولا أشكال بنائية :

وهى الأشكال الناتجة عن العوامل الباطنية مثل الصدوع والبراكين والالتواءات وغيرها. وتوجد بقارة آسيا فى الأقاليم الجافة والصحراوية عدة أشكال منها الحافات الصدعية، ومن أمثلتها حافة جبال خنجان فى الصين، والحافات الصدعية المحددة لوادى عربة وعلى جانبى البحر الميت، إضافة إلى مناطق الدروع ومن أمثلتها الدرع العربى فى المنطقة الواقعة شرقى جبال الحجاز فى شبه الجزيرة العربية والتى تظهر ملامحه فى منطقة رحائل وتيماء(*). ويضاف إلى الملامح السابقة وجود السفوح الجبلية والهضبية من أمثلة سفوح جبال كون لن فى غربى الصين وسفوح تيان شان فى شمالها الغربى، وسفوح جبال البُرز وزاجروس فى إيران، وسفوح جبال بلاد الشام وهى سفوح إنكسارية فى غالبيتها العظمى نتيجة الانكسارات التى حدثت فى السلاسل الجبلية الالتوائية فى بلاد الشام. أما السفوح الغربية والشمالية الغربية لشبه الجزيرة العربية فهى إنكسارية تكونت مرتبطة بنشأة إخدود البحر الأحمر وخليج العقبة وهى نشأة صدعية. والمظهر الثالث هو

(*) من الزيارات الميدانية للمؤلف فى أرجاء شبه الجزيرة العربية.

الكويستات والتى تنتشر فوق هضبة نجد بأعداد كبيرة للغاية خاصة غربـــى جبـــل طويق، وفى أراضى لبنان.

التطبيق على المملكة العربية السعودية :

هناك نوعان من الكويستات كشكل من أشكال البناء تكون ناتجة عن عوامل باطنية فى المملكة العربية السعودية :

(١) كويستات ذات أحجام صغيرة توجد فى مناطق سهلية مثلما الحال فى مجموعة الكويستات التى تنتشر فى سهول الحمادا، والواقعة إلى الغرب من جبل طويق، وينحصر نطاقها فيما بين جبل طويق شرقًا، وعريق البلدان ونفود الثـويرات غرباً، وهى فى منطقة شقراء والوشم وتمتد حتى قبالة مدينة الغاظ. وتتباعـد مثل هذه الكويستات عن بعضها، وعددها بعشرات الحالات والتى تتفاوت فـى مراحل تطورها النحتى ما بين الشباب والنضج والشيخوخة حسب درجة نحتها وتقويضها ومعظمها نشأ فى تكوينات الحجر الجيرى والجير المارلى والطفـل والتى ترجع لصخور العصر الجوراسى الأسفل من نـوع تكوينـات مَـرات (التركمانى، ١٩٩٦، ص ٣١).

(٢) كويستات كبيرة، وتعرف فى المملكة باسم "جال" وجمعها جالات. وينتشر هذا النوع بصورة أكبر فى المنطقة الوسطى ومنطقة القصيم. فهناك عدة حـالات يمكن عرضها على النحو التالى :

أ- جال الخرطم ويقع شمال شرق صفراء عنيزة.

ب- جال الشماسية فى منطقة القصيم شمال شرق عنيزة.

ج- جال الوطأة شرقى بريدة.

د- جال الربيعية شرقى بريدة.

هـ- جال المشقر غرب جبل طويق، غرب المجمعة وهى جزء منقطع من جبل طويق.

وفى الركن الشمالى الشرقى للمملكة يوجد :

أ- جال الوطأة (أيضاً وهو مسمى متكرر) شمال شرق حفر الباطن.

ب-جال الخُرماء شمال شرق حفر الباطن أيضاً.

ج- جال نواظر جنوب غرب رفحا فى منطقة الحدود الشمالية.

د- جال العاذرية شمال غرب رفحا.

هـ - جال الأمغر شمال شرق سكاكا ويمثل منطقة منابع جنوبية عليا لوادى عرعر.

(٣) كويستات عظمى، وهى تمتد فى طولها بعشرات الكيلومترات وقد تزيد أحيانا ليصل طولها إلى مئات الكيلومترات، والتى من أمثلتها : جبل طويق نفسه الذى هو عبارة عن كويستا عظمى وجهها ينحدر بشدة غرباً، وظهرها هو سطح الجبل نفسه وينحدر بخفة شرقاً ومن أمثلة هذا النوع من الكويستات أيضاً : الصفراوات والتى منها :

(أ) صفراء الرميثات قرب الدوادمى فى الجنوب حيث تمتد إلى صفراء السِّر وتمتد إلى صفراء المربع وتنتهى شمالا بصفراء عنيزة.

(ب) صفراء المستوى إلى الشرق من السابقة وتمتد شمالا لتظهر بعد ذلك فى صفراء الأسياح فى القصيم.

(ج) صفراء الوشم تقع إلى الشرق من السابقة وفى غرب جبل طويق وتمتد حتى شقراء والتى توجد صفراء إلى الشمال منها تعرف بصفراء الغرابة فى طرفها الشمالى وتصل حتى نقطة التقائها مع عريق البلدان شمال غرب بلدة أشيقر.

أما مجموعة الجبال التى تمتد فى نطاق الدراسة بالقارة الآسيوية وتكون ذات نشأة صدعية باطنية أو التوائية باطنية فتشمل جبال ذات نشأة التوائية مثل الطاى

وتيان شان، وجبال هندكوش والبرز وزاجروس فى آسيا الوسطى، وجبال أخـــرى ذات نشأة انكسارية مثل جبال بلاد الشام، وجبال الحجاز وعسير.

ومن الهضاب البنائية فى قارة آسيا هضبة التبت وهضبة البامير، والهضاب فى باكستان وهضبة الدكن وهضبة إيران، والهضاب فى صحراء بادية الشام وفى صحراء بلاد العرب والتى من أشهرها هضبة نجد التى تضم مجموعة من الهضاب الصغيرة ومنها الهضبة الواقعة شرقى الرياض وتعرف بالدغم وهـــضبة الـــصمان شمال وشمال شرق الدهناء، وهضبة الصلب إلى الشمال منها، وهـــضبة الحجـــرة وتقع بين الدهناء جنوباً والحدود العراقية شمالاً، وهضبة الصمان وهضبة شدقم فى منطقة الأحساء شرقى المملكة.

أما الأحواض البنائية فمنها حوض تسايدام وحوض زونجاريا الذى ينخفض بمقدار ٢٨٩ متراً وحوض تاريم فى النصف الشرقى للقارة ومـــن أمثلتهـــا أيـــضاً الأحواض العديدة فى هضبة إيران والتى توجد بين سلاسل الجبال وتشغلها سبخات.

فإذا نظرنا إلى الخريطة شكل (٢٥) والتى توضح حـــوض تـــاريم Tarim Basin نجد أنه حوض بنائى تحكمت فى نشأته عوامل الالتواء التى كونـــت جبـــال وسط آسيا، ومن هنا فإنه محدد من الجنوب بكل من جبال كون لن وجبال ألتن تاج، وهى تأخذ محاوراً غربية شرقية بشكل عام. أما فى الشمال فإن الحـــوض يكـــون محددا بجبال تيان شان وتأخذ محوراً جنوبيا غربيا – شماليا شرقيا، ولهـــذا فـــإن الحوض أخذ محورًا من الجنوب الغربى – إلى الشمال الشرقى، ويصب فيه نهـــر تاريم القادم من الغرب والجنوب الغربى، ويقع الحوض عامـــة فـــى التركـــستان الشرقية، كما تصب فيه أودية من جبال كون لن والتن تاج ومنها نهـــر شيرشـــين Cherchen وإلى الشمال الشرقى من الحوض مباشرة يوجـــد مـــنخفض يعـــرف بمنخفض تورفان Turfan وينخفض بمقدار ٥٠٥ قدم (١٦٩م) عما يحيط به. وقاع حوض تاريم مغطى بالكثبان الرملية وفرشات الرمال والسبخات. كمـــا يقـــع إلـــى الشرق منه حوض تسايدام.

الأحواض التكتونية في وسط أسيا في النطاق الجاف والقاحل
شكل (٢٥)

وهناك مظهر جيومورفولوجي آخر نتج عن العوامل الباطنية السريعة ويتمثل في الطفوح البركانية. وتعرف هذه البراكين الفردية أو تلك المتصلة، والتي تبدو في شكل مخروطي أو في شكل هضبة بركانية مستوية في المملكة العربية السعودية باسم الحرَّة وجمعها حِرَّات. وتتركز معظم الحرات في النطاق الجبلي والهضبي غرب وشمال غرب المملكة، ويمكن عرض كل حالة منها وموقعها على النحو التالي :

١- حرة الصفاة، هي بارتفاع ١٢٣٣ مترًا عن البحر، تقع فلكيًا على خط عرض ١٥ َ ٢٥ ش وطول ٤٥ َ ٣٩ ° ق، وموقعها النسبي بين الجبال الواقعة شمالها الشرقي وهو جبل المرتزة وجبال أم سوسى في جنوبها الغربي.

٢- حرة عويرض، هي بارتفاع ١٣٠٠ متر، تقع بين جبل حَلّي سعدى شرقًا وجبل قرية غربًا، وتقع غرب مدائن صالح.

٣- حرة المكسر، وهي بارتفاع ٨٥٧ مترًا، على خطى ٥٠ َ ٢٤° ش و ٢٥ َ ٣٩ ° ق شرقها جبال الشقب وجنوبها جبال البيضا.

٤- حرة المقراة، بارتفاع ١٠٠٩ متر، على خطى ١٠ َ ٢٥ ° ش و ٥٠ َ ٣٧ ° ق بين جبال كتف شمالا وجبال الطولى جنوباً، وهي في منتصف المسافة بين وادى الخمض إلى الشرق منها وساحل البحر الأحمر إلى الغرب منها.

٥- حرة الزين، يطوقها خط كنتور ١٢٠٠ متر، وتقع على خطى ١٠ َ ٢٦° ش و ٥٠ َ ٣٧ ° ق، وفي شمالها الغربي جبال الكوبرة وجنوبها الشرقي جبال نهر.

٦- حرة نقيع، وهي على منسوب ١٦٣٢ متر، وتقع شمال غرب حرة عويرض.

٧- حرة هرمة، ومنسوبها ٨٣٣ متراً، وعلى خطى ٣٠ َ ٢٤° ش و ٢٠ َ ٤٠ ° ق وتقع بين مرتفعات في شمالها الشرقي تشرف على وادى الحناكية، وجنوبها تقع مرتفعات جبال مرير (١٠٥٢ متر).

٨- حرة القفيف، ومنسوبها ١٠٦٥ مترًا، وتقع على خطى ٣٠ َ ٢٤ ° ش، و ٠٥ َ ٤٠ ° ق بين جبال السدير شمالاً وجبل الأفهيد جنوباً.

٩- حرة الحزم، بارتفاع ١٠٥٠ مترًا، على خطــى ٤٥َ ٢٤ °ش، و ٥٥َ ٣٩ ° ق، بين جبال الضلة شمالا وجبال الصويدرة جنوباً .
١٠- حرة مديسيس ، بارتفاع ٩٥٠ متراً، على خطى ٥٥َ ٢٤ °ش، و١٥َ ٤٠° ق، بين جبال القنينات شمالاً ومرتفعات أخرى جنوبها.
١١- حرة الدانون، بارتفاع ٥٧٤ متر، على خطى ٥٠َ ٢١ °ش، و ٥٥َ ٣٩ ° ق، بين جبال الملح جنوبا ومنطقة مدركة شمالاً، ويقع إلى الجنوب منها وادى فاطمة وإلى الشمال منها وادى اللصب.
١٢- حرة الجابرية، تقع على خطى ٥٣َ ٢١ °ش، و ٤٠َ ٣٩° ق، بــين هــداة الشام جنوباً ومرتفعات فيدة شمالا فى منطقة مكة.
١٣- حرة الوقر، على خطى ٥٥َ ٢١ °ش، ٠٥َ ٣٩ ° ق، وتقع شــمال شــرق أبحر إلى الشمال من مدينة جدة.
١٤- حرة العطاوية، بارتفع ٣٢٧ متر، على خطى عــرض ٣٠َ ٢٢ °ش، و ٣٠َ ٣٩ ° ق ، وتقع بين جبل الهضبة شرقا وجبل فرسان غرباً فى غرب منطقة مكة.
١٥- حرة الرحى ، على خطى ٤٥َ ٢٧ °ش، و ٣٠َ ٣٦° ق، وهى فى منطقــة تبوك، فى الداخل قبالة ميناء ضبا شكل (٢٦).
١٦- حرة الغويطات ٤٠َ ٢٦ °ش، ٥٥َ ٣٩ °ق.
١٧- حرة الوشام وتقع إلى الغرب من الحرة السابقة (الغويطات) بارتفــاع ١١٣١ متر وهما يقعان شرق طريق المدينة المنورة – تيماء وجنوب النفود الكبير.

الحرات بين مهد الذهب والطائف

١٨- حرة الحجاز، بارتفاع ١٠٠٥م، على خطى ٠٥َ ٢٢ °ش، ١٥َ ٤٠ °ق .
١٩- حرة رهاط، على منسوب ٩٠٠-١٠٠٠ متر ، على خطــى ٠٠َ ٢٢ °ش، ١٠َ ٤٠ °ق
٢٠- حرة كشب، بارتفاع ١١٠٠ متر ، وعلى خطى ٠٥َ ٢٣ °ش، ١٥َ ٤١ ° ق وتقع بين جبل ام رقيبة شمالا وجبل الهيل جنوباً وهى جنوب شــرق مهــد الذهب، وبها حفر كشب وهو عبارة عن فوهة بركان وارتفاع البركــان فــى

الحرة يصل إلى ١٠٥ متر عما يحيط به.

حرات منطقة عسير :

٢١-حرة الصواملة، شمال الليث مباشرة على خطى ١٢ َ ٢٠ ° ش، و ١٥ َ ٤٠ ° ق.

٢٢- حرة البرك، وهى على ساحل البحر الأحمر، وتقع على خطـــى ١٠ َ ١٨ ° ش، و ٢٥ َ ٤١ ° ق كما فى شكل (٢٦).

ويلاحظ على الحرات :

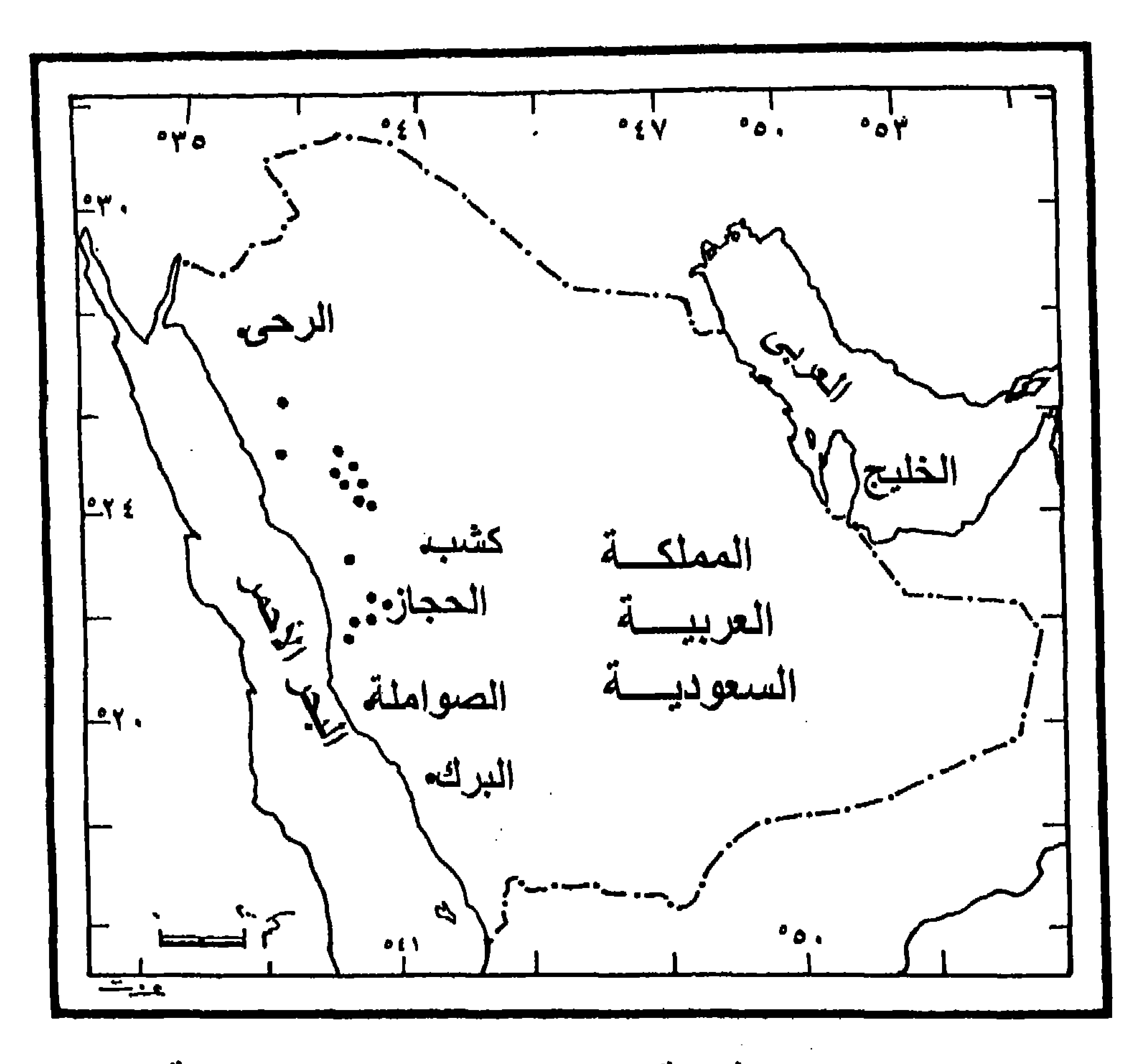
- أنها تتكون فى معظمها فى الداخل وليست على الساحل.
- تنتشر الطفوح البركانية لتكون مظهراً هضبيا بين الجبال .
- إذا حدثت طفوح على الساحل (الغربى) فإنه تكون جبالا بركانية مثـل جبـل العكوة ولا تكون هضابا من نوع الحرات، وتكون الطفوح مخروطية الهيئـة وليست مسطحة الهيئة فتصبح تلالاً أو جبالاً وليست هضاب بين الجبال.

ثانيا أشكال النحت:

تتعدد أشكال النحت الكبرى فى المناطق الجافة والقاحلة فى القارة الآسيوية، ويمكن عرض كل شكل منها على حدة لتسهيل التعرف على كيفية نشأته، ثم توزعه فى هذه المناطق بقارة آسيا وما يتبع توزعه فى باقى القارات.

(أ) المنخفضات :

وهى ملامح منخفضة مجوفة تنتشر فى النطاق الجـاف والقاحـل بالقـارة الآسيوية سواء فى الشرق والوسط أو فى الغرب. ومن أمثلة هذه المنخفضات تلـك المنخفضات الصغيرة الموجودة فى صحراء ألاشان جنوبى صحراء جوبى والتـى تتسم بأن قيعانها مسطحة ومرصعة بالبحيرات الملحة أو العذبـة (Petrov, 1976, p.8)، ومنخفضات أخرى مثل بان كيانج وتساجان تـور فـى صـحراء جـوبى، والمناطق المنخفضة الناتجة عن النحت فى صحراء شرق ووسط وغرب جمهورية تركمانستان بسبب النحت الهوائى فى الرواسب الفيضية (Ibid, p. 95).



توزيع الحرات فى اقليم الحجاز وعسير بالسعودية
شكل (٢٦)

أما فى الجانب الغربى والجنوبى الغربى للقارة فتوجد بعض الأحواض أو المنخفضات شرقى جبال بلاد الشام مثل منخفض الناصرة وغيرها فى سوريا. كما توجد منخفضات أخرى فى سوريا ولبنان نشأت نشأة كارستية بفعل الماء الباطنى.

وفى شبه الجزيرة العربية تظهر أعداد من المنخفضات، منها منخفض الجوف فى الشمال، والمنخفضات فى حائل والقصيم فى الوسط الغربى لهضبة نجد، ومنخفض قصيباء الذى يميز ملامح السطح فى شمال بريدة بمنطقة القصيم، ومنخفض واحة يبرين الواقع بين صحراء الربع الخالى إلى الشرق منه وجبال طويق إلى الغرب منه، ثم منخفضا الأحساء والقطيف واللذان يميزان الملامح الطبوغرافية للمنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية، وكلها تمثل الآن واحات تتم فيها ممارسة العديد من الأنشطة الاقتصادية.

(ب) الجزر الجبلية والتلال : هى عبارة عن تلال مرتفعة معزولة، تنتشر فوق أسطح السهول وأشباه السهول، وتمثل البقية الباقية من عملية نحت الصحراء والوصول بالسطح إلى المرحلة النهائية من دورة التعرية الصحراوية، وتعتبر ملامح نحت مميزة للأقاليم الجافة وشبه القاحلة (التركمانى، ٢٠٠٠، ص ٢٢٦).

ومن أمثلة هذه الجزر الجبلية والتلال المعزولة تلك الموجودة فى الصين فى النطاق الجاف الممتد من الشرق إلى الغرب، وتلك التى تتوزع فوق هضبة إيران، وقد تصل إرتفاعات بعض الجزر الجبلية بها كارتفاعات نسبية ما بين ٢٠٠-٣٠٠ متر والتى من أمثلتها فى صحراء ألاشان فى جنوب صحراء جوبى بايان أولا Ula، وهان أولا، ويابaraى (Petrov, 1976, p.8)، وكثيراً ما تضم صحراء جوبى تلالاً قديمة وجزراً جبلية وعرة تحيط بها سهولاً فسيحة. أما فى إيران فتوجد الجزر الجبلية المعزولة وتبدو خالية من النبات فى صحراء دشت كافير.

أما فى شبه الجزيرة العربية فتوجد نماذج لها فى المملكة العربية السعودية وتعرف باسم "قارة" ومن نماذجها تلك الموجودة فوق سهل "المستوى" وسط هضبة نجد، وجبل سلمى وأجا فى منطقة حائل، وقد تكون صغيرة الحجم ويطلق عليها إسم ضلع، وتوجد فى قاع واحة الأحساء ومن أمثلتها جبل قارة.

التطبيق على المملكة العربية السعودية :

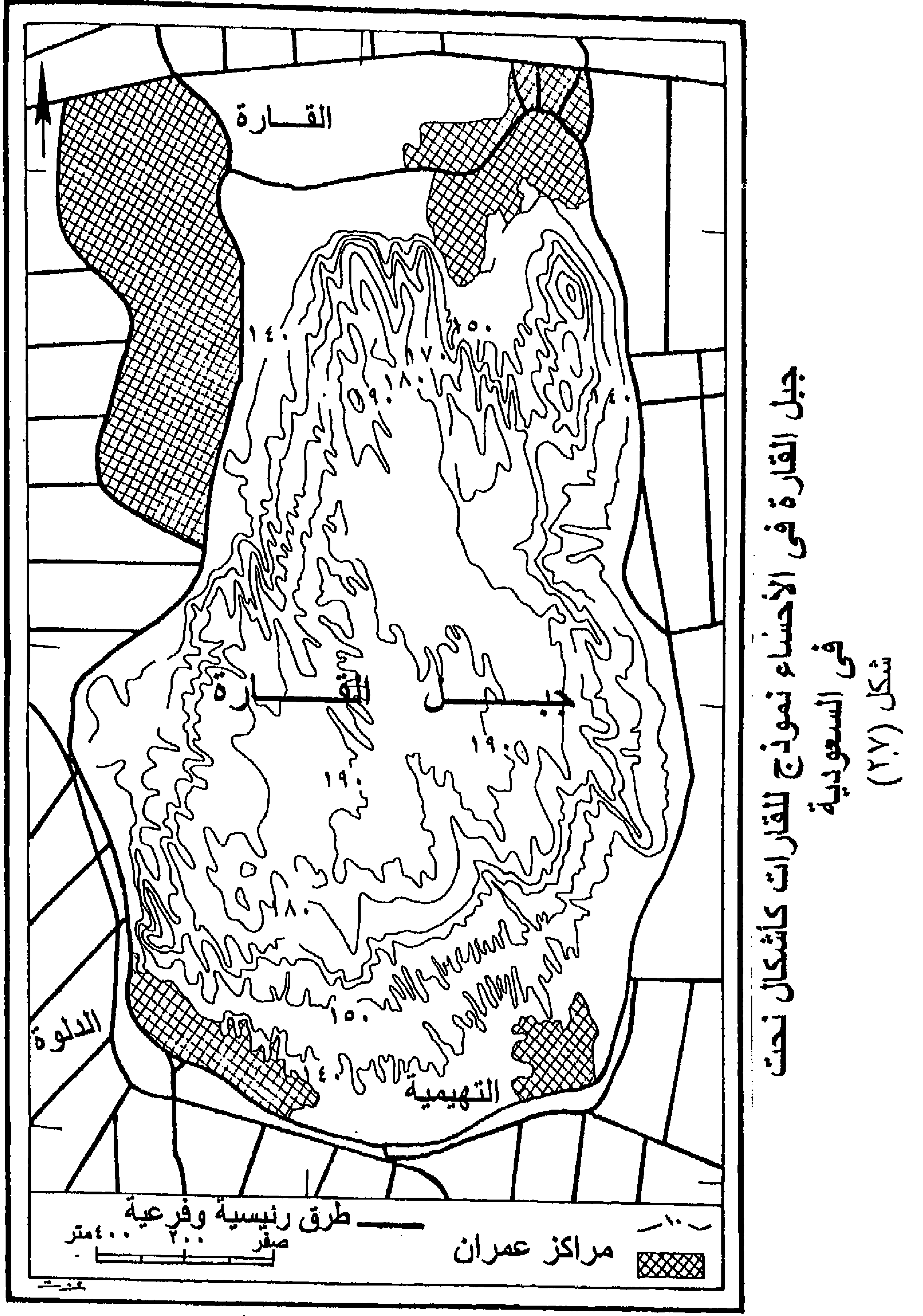
يقع الجبلان سلمى وأجا إلى الشمال من خط عرض ٢٧° بحيث يكون جبل أجا غرب مدينة حائل مباشرة وجبل سلمى يقع إلى الجنوب الشرقى منه على بعد نحو ٤٠ كم بارتفاع ١٣٦٩ متراً والأول بارتفاع ١٤٨٠ مترا عن مستوى البحر.

ويشبههما جبل قطن شمال شرق عقلة الصقور بنحو ١٥ كم.

أما القارة فى الأحساء فإن القارة تعنى تل منفرد، تخلف عن عمليات النحت شكل (٢٧). وهو بارتفاع ١٩٩,٨ متراً عن البحر، كما أنه يعلو فقط عن الأراضى الزراعية المحيطة بنحو ٦٥ مترًا ولذا فهو تل معزول حفرت به كهوف وصخوره جيرية – رملية وفى الأحساء أيضاً يوجد جبل بريقة (كنزان) طوله ١٧كم وعرضه ٤ كم، إضافة إلى جبل الأربع الذى هو عبارة عن أربع أجزاء متباعدة وهى تتكون من صخور الحجر الرملى – الطباشيرى وصخوره لينه وأقل صلابة ويوجد على يسار طريق الهفوف – قطر.

(ج) اليـاردانج Yardang : هى ملامح نحت هوائى فى الصحارى والبيئات القاحلة وشبه القاحلة، وتشبه التلال ولكنها تتشكل بفعل الرياح بطريقة معينة تقترب فى هيئتها العامة من هيئة الكثبان الرملية (مع الفارق) وكان سفن هيدن عام ١٩٠٥ أول من أطلق عليها هذا الاسم، وكان قد تعرف عليها فى رحلته وسط آسيا فى غربى الصين (التركمانى، ٢٠٠٠، ص ٢١٢)، وطولها ما بين المتر وعشرات أو مئات الأمتار.

وتظهر ملامح الياردانج فى إيران بطول ١-١٠ أمتار وبارتفاع يصل إلى ٢٠٠ متر فوق أسطح المنخفضات التى تقع بين المحاور الجبلية أو تتوزع فوق هضبة إيران (Hills et al., 1966, p. 69) كما هو فى صحراء دشت لوط. أما فى شبه الجزيرة العربية فتظهر الياردانج فى المنطقة الشرقية فى منطقة الظهران، وفى السعودية فى منطقة منخفض يبرين، والقليل منها فى منطقة الحمادة بالوشم، أما الكثير منها فيوجد فى المنطقة بين حائل وتيماء فى الصخور الجيرية على جانبى



شكل (٢٧)
جبل القارة فى الأحساء نموذج للقارات كأشكال نحت فى السعودية

المصدر: مستخرجة من وزارة الشئون البلدية والقروية، لوحة الاحساءالمشروع ١٠٧، لوحة x مقاس١:١٠٠٠٠

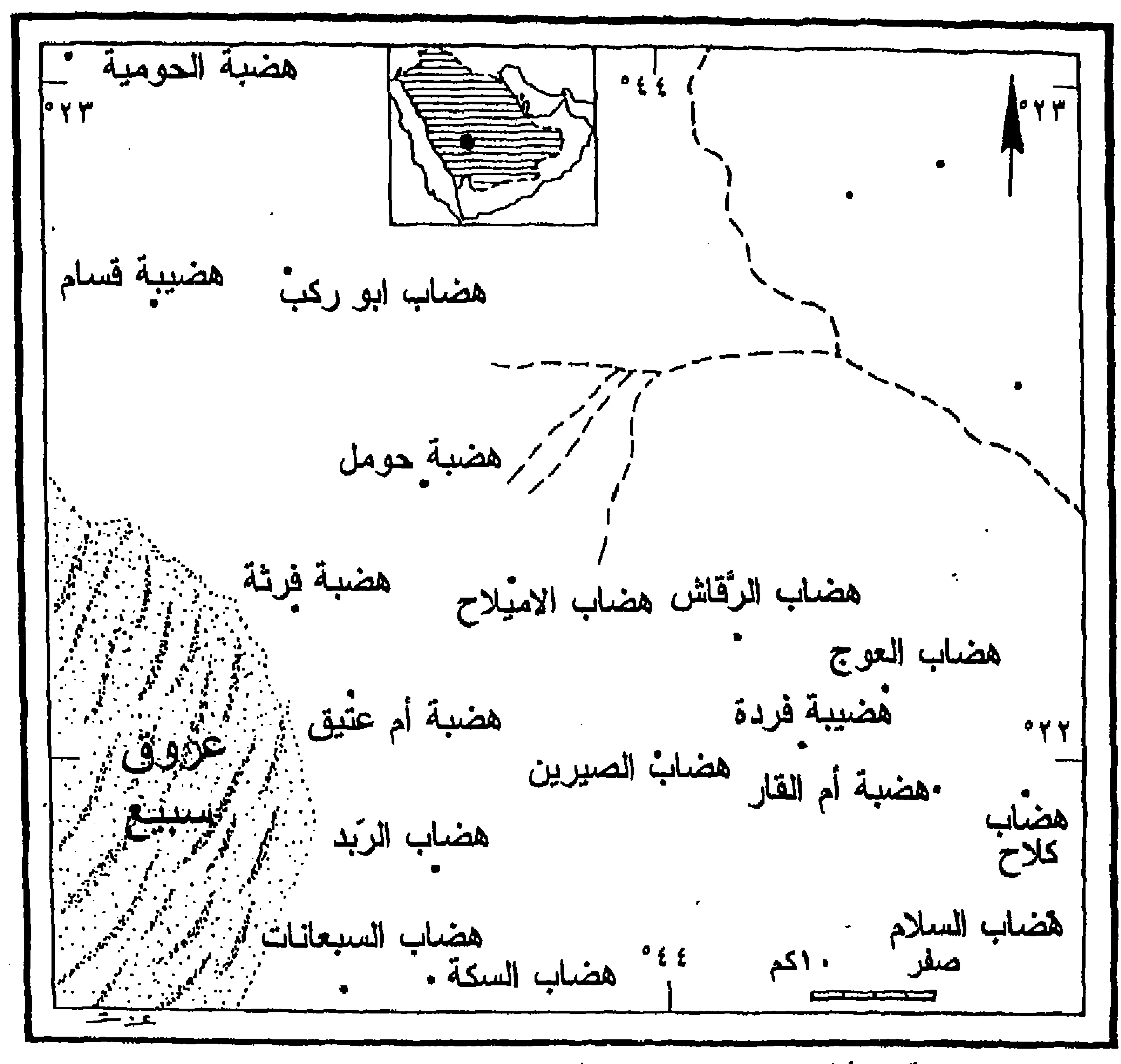
الطريق الواصل بينهما وفى منطقة حائل عند التقاء الدرع العربـى ذو الـصخور الأركية مع نطاق الصخور الرسوبية.

أما صحراء تكلا مكان فتنتشر بها الياردانج، خاصة فى النطاق الواقع بـين الكثبان الرملية والسلاسل الجبلية، وفيما بين الكثبان الرمليـة والواحـات الكثيـرة المنتشرة فى هذه الصحراء، خاصة فى حوض تاريم.

وتوجد الأرصفة الصحراوية والصحارى الحجرية بالقارة: وهـى مظهـر ينتشر فى البيئات الجافة، وتلعب عمليات التجوية الميكانيكية ثم نحت الرياح علـى ظهور هذا الملمح، وينتشر فى صحارى وسط آسيا وفى كازاخستان حيث تظهـر الصحارى الحجرية والتى تبدو فيها الأحجار وقد رصعت فى السطح شبه المستوى أو المستوى، خاصة على ساحل بحر قزوين (Petrov, 1976, p. 24).

أما الهضاب الصغرى الناتجة عن النحت والمتخلفة على السطح الصحراوى المستوى فيمكن تحديدها على النحو التالى إذا أخذنا المنطقة الواقعة جنوب غرب القويعية – وجنوب طريق مكة حيث أمكن رصد نحو ١٧ هضبة شكل (٢٨) هى هضبة :

١- هـ. الجرباء ٤٦ مترا.
٢- هـ. المرى ١٥ متراً.
٣- هضاب قحوة ١٦٥ مترا
٤- هضاب الرقاش ٣١٨ متراً.
٥- هضاب العوج ٣٤٦ مترا.
٦- هضبة فردة ١٢٢ متراً.
٧- هـ. أم القار ٥٥ متراً.
٨- هضاب كلاخ ٥٥ متراً.
٩- هضاب السلام ٨٦ متراً.
١٠- هـ. الحومية ١٢١ متراً.
١١- هضيبة قسام ٢٢ متراً.
١٢- هـ . أبو ركب ٧٢ متراً.
١٣- هـ. حومل ٣٣١ متراً.
١٤- هضاب الأميلاح ٢٤١ متراً.
١٥- هـ. فرثة ٨٥ متراً.
١٦- هـ. أم عتيق ١٢٤ متراً.
١٧- هضاب الضيرين ٢٥٩ متراً.



المصدر: مستخرجة من أطلس وزارة التعليم العالى . بتصرف.

نماذج للهضاب الصغرى جنوب طريق القويعية- مكة بالسعودية
شكل(٢٨)

أما أشكال النحت الأخرى الدقيقة فمنها : الضلوع والخشوم. فالخشم هى الرءوس البارزة فى مقدمة الحافات الجبلية أو السفوح الهضبية وهى من بقايا النحت بحيث تبدو بشكل بارز وتعرف في اللغة بأنها "أنوف الجبال" أى أنها بارزة مثلما يبرز الأنف فى وجه الإنسان. ومن أمثلة الخشوم نجدها فى غرب جبل طويق فيما بين الرياض ومنطقة وادى الدواسر ونجد مجموعة منها على الترتيب من الجنوب إلى الشمال :

١- خشم أشقر　　　٢- مطرحم

٣- أم سرحة　　　٤- مشلح

٥- مُكسر　　　٦- أبا العقبان

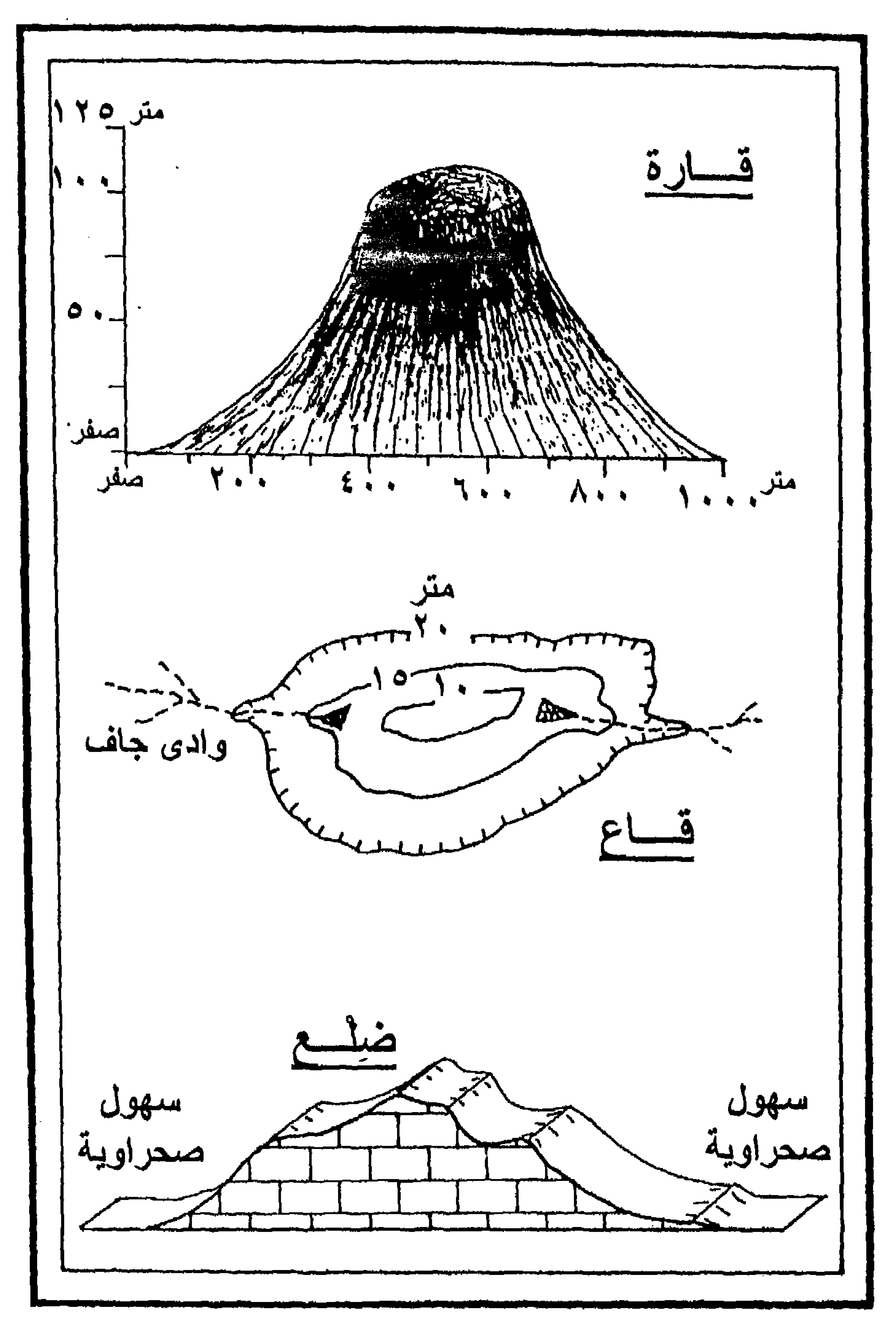
٧- منيفة　　　٨- مرخية

٩- الحويزمى

أما فى منطقة المذنب وفى شمال المذنب مباشرة فنجد خشم خَرْطَم بارتفاع ٢٥ متراً، ثم خشم الرُّعين فى منطقة السايح شمال غرب أشيقر الواقعة شمال شقراء وهو بارتفاع ٢٣ متراً شكل (٧٣).

وهناك أشكال أخرى صخرية فى هذه البيئة القاحلة تعرف باسم الضلوع، وهى أجزاء تلية منخفضة تأخذ هيئة ضلوع الحيوان أحيانا. والضلع فى اللغة ما انحنى من الأرض، ومظهره لا يتسم بالاستقامة، وهى الجبل المنفرد أو الجبل المستدق، وهذا ينطبق على التل (وليس الجبل) والضلع عادة يختلف عن القارة فى أنه اخفض منسوباً وانحدار جوانبه أخف بدرجة واضحة والشكل العام أميل إلى الإستطالة. والضلوع فى المملكة نجدها كثيرة ومن أمثلتها تلك التى تقع فى شرق الحناكية، والواقعة شرق وجنوب شرق طريق عقلة الصقور – الحناكية ومنها كما فى شكل (٢٩)، (٣٠) وارتفاعاتها عن البحر وليس الارتفاع المطلق كالتالى :

١- ضلع مران ١٠٨٥ متر　　٢- ضليع هيكل ١٠١٧م



نماذج مجسمة للأشكال الجيومورفولوجية الدقيقة في المملكة العربية السعودية

شكل(٢٩)

٣- ضلعان ام عاصم ١١٢٧م ٤- ضلع الشويمان ١٠٥٩م.

٥- ضلع الحميمة ١٠٠٧م ٦- ضلع روم الأرطاوى ١١٠٤م.

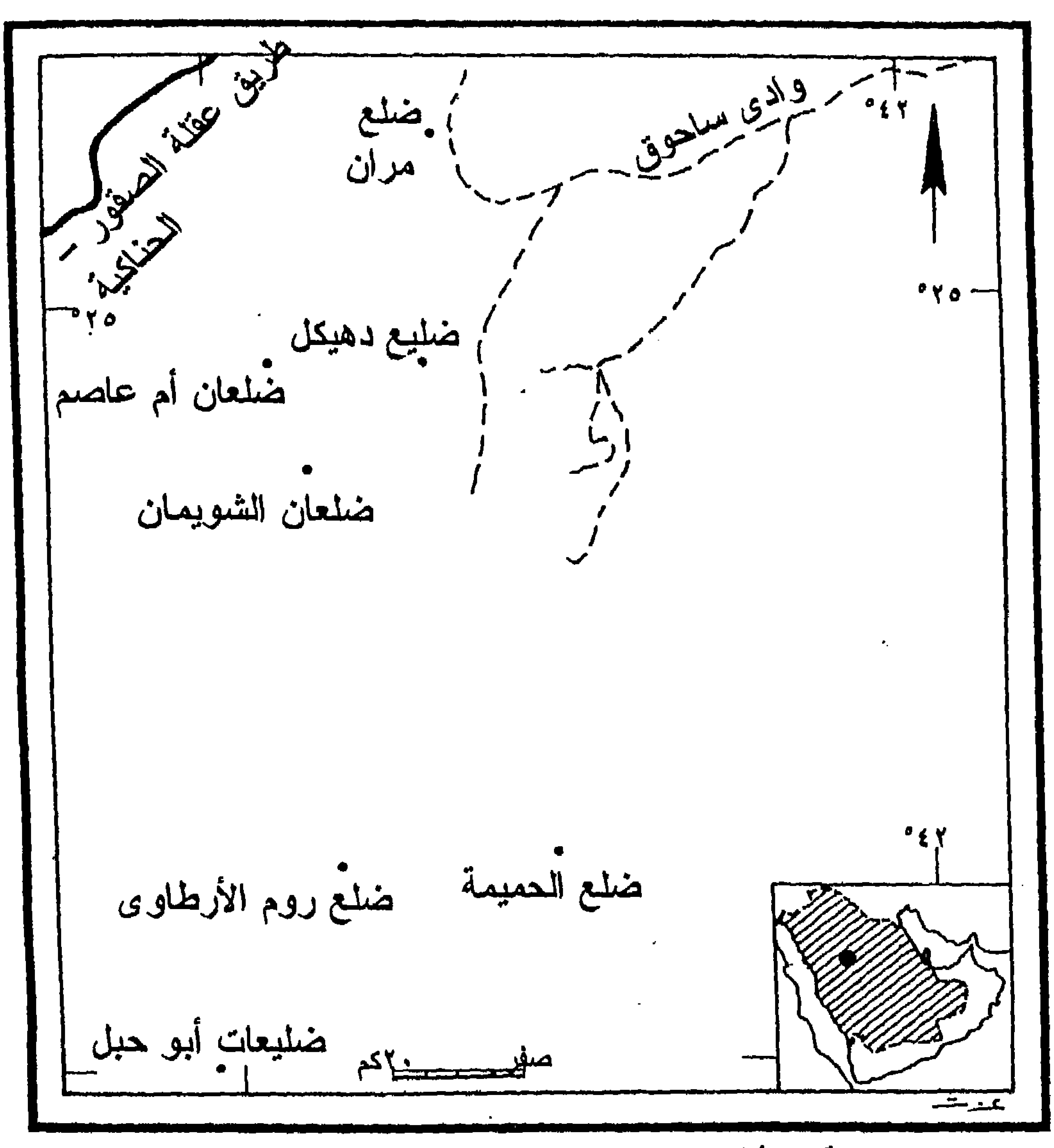
٧- ضليعات أبو حبل ٨٥٩م.

ويلاحظ أن المنسوب حول هذه الضلوع يصل إلى ١٠٠٠ متر ومن هنا فإنه قلما يزيد ارتفاعها المحلى إلى ١٠٠ متر.

وتنتشر الأرصفة الصحراوية وتظهر أمثلة لهذا الملمح فى صحراء دشت كافير فى إيران، وفى منطقة الحمادا وسهل المستوى وسهول شرقى المزاحمية فى وسط هضبة نجد بالمملكة العربية السعودية، وتوجد فى صحراء ألاشان جنوبى صحراء جوبى، وفى السعودية تتمثل فى صوان الأماغر فى صحراء البياض جنوب شرق جبل طويق.

وتظهر ملامح النحت فى الصخور الجيرية نتيجة عمليات الإذابة إما بالأمطار أو المياه الباطنية فى سلاسل الجبال الالتوائية ذات الصخور الجيرية، ومن أمثلتها مئات الكهوف التى تكونت فى جبال هندكوش وجبال سليمان فى أفغانستان، والكهوف العديدة فى الصخور الجيرية فى بلاد الشام. وفى المملكة العربية السعودية توجد فى جبل قارة بواحة الأحساء، حيث حفرت الكهوف بشكل رأسى بمقدار ١٥ متراً واتساع ٣ أمتار (Chapman, 1971,). وفى هضبة الصلب والتى تعرف محلياً باسم دحول ومفردها دحل، وقد تعرف فى بعض المناطق باسم خسف كما هو فى منطقة المذنب أو بالأفلاج إذا هبط السطح العلوى وانكشفت المياه الباطنية كما هو الحال فى منطقة حوطة بنى تميم فى شرقى جبل طويق الجنوبى.

والدحل فى اللغة : نقب، فمه ضيق، وأسفله متسع، ويشار إليه أيضا بأنه البئر. ومن هنا فإن عملية الإذابة المائية للصخور الجيرية تعمل على تكوين هذه الحفر العميقة فى الصخر المسطح خاصة فى الصخور الجيرية، وهى ظاهرة معروفة فى كل دول شبه الجزيرة العربية بهذا الاسم، وتنتشر بدرجة واضحة فى هضاب منطقة الحدود الشمالية، وفى هضبة الصلب والتى من أشهرها كما فى شكل (٣١):



المصدر: مستخرجة من أطلس وزارة التعليم العالى بتصرف

مواقع لبعض الضلوع شرق الحناكية - بالمملكة العربية السعودية

شكل (٣٠)

١- دحل الفرى ٢- دحل أبو حرملة

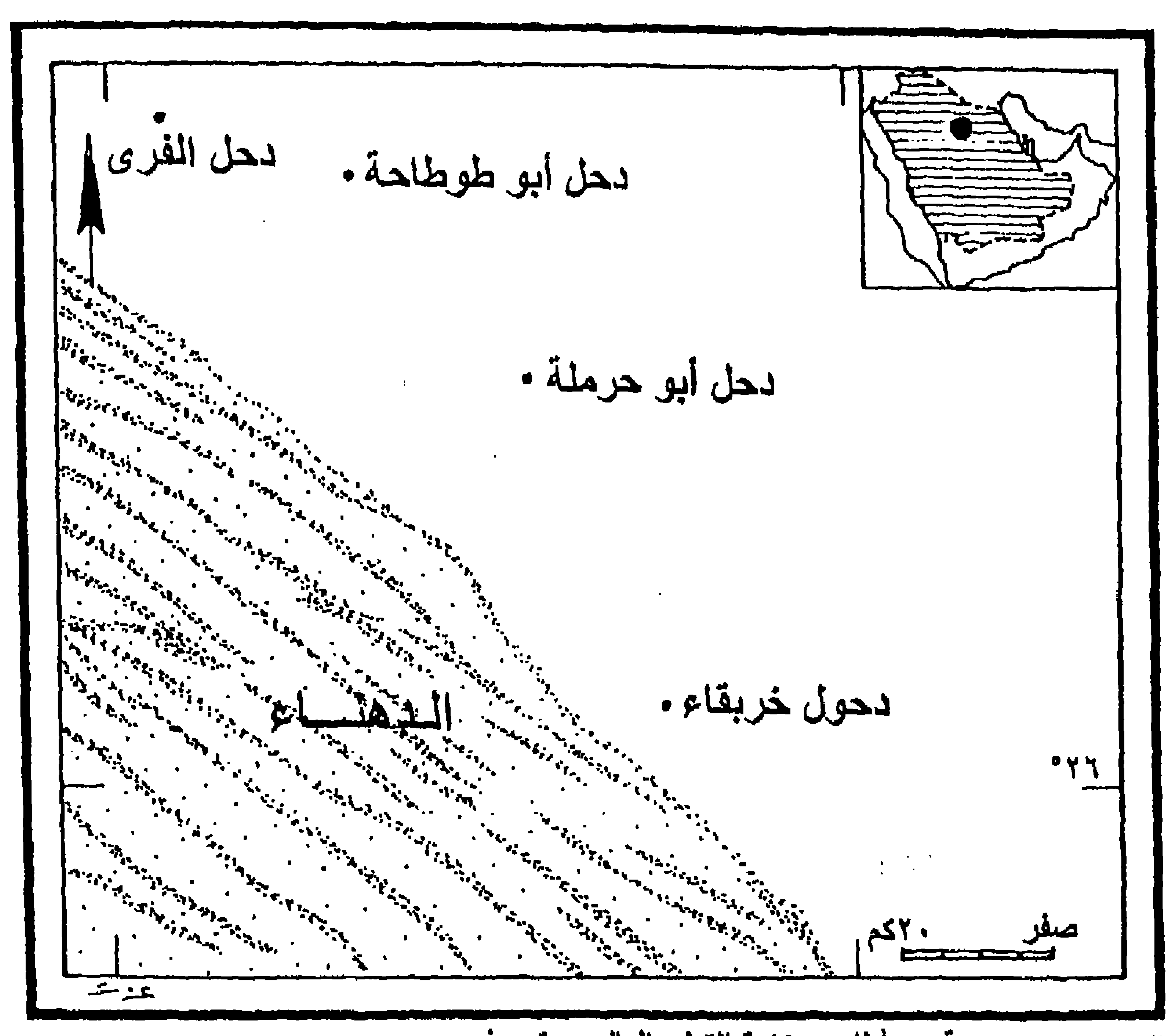
٣- دحل أبو طوطاحة ٤- دخل خربقاء

٥- دحل الغبى

ومن أمثلتها أيضا دحل هيت فى هضبة العرمة فى منطقة جبل الجبيل شرق الرياض وهو من أكبرها، ويوجد قرب الكسارة ومنطقة التحجير والدحول عادة ذات فتحات عميقة عمقها لا يتعدى ١٥ مترا، بينما عمق دحل هيت ١٢٠ متراً وبه ماء.

ومن أشهر الدحول التى عنيت بالكشف والاهتمام دحل سلطان حول قرية المعاقلة بموازاة صحراء الدهناء، ويمثل كهفا ضخماً، وبه ممر واسع تظهر به أشكال النوازل من سقف الكهف. وهناك كهف شرق المجمعة بعمق وقطر ١٠٠ متر (بنت، ٢٠٠٣، ص ١٤). هذا وقد تم كشف ٥٨ كهفاً فى هضبة الصمان وتأخذ مسميات منها دحل المربع، دحل الكلب، وكهف جامعة الملك فهد للبترول والمعادن، وكهف الطحلب، كهف ابريق الشاى، الكهف الانيس، كهف المفاجأة طوله ٦٠٠ متر ودخل أبو الهول وكهف السماك.

وتعتبر القيعان مظهرا آخر من مظاهر النحت فى الصحارى والمناطق الجافة والقاحلة، والقاع فى اللغة أنه منخفض على مقياس كبير، تصرف الأنهار والأودية مياهها اليه، وقد يكون طية بنائية، ضحلة العمق ومقعرة. وقد تكون ذات أصول بنائية ثم تطورت بعوامل النحت بعد ذلك. وقد يتم حفره فى وسط منطقة نفود رملية، وذلك حيث أن مناطق النفود والعروق كانت قبل سيادة الجفاف وتكون الكثبان الرملية عبارة عن سهول فيضية تنتشر، وتكوينات تربتها عبارة عن تربة طينية أو رملية طينية جلبتها الأودية وألقت بها خلال البليستوسين وهو العصر المطير. وحينما حل الجفاف انتشرت الكثبان فوق هذا المسطح الطينى، ونظرا لأنه توجد مواضع فاصلة بين الكثبان وبعضها البعض، وشدة الرياح بسبب الجفاف، وزيادة فعاليتها فى النحت فإنها استطاعت عمل حفر فى المواضع بين الكثبان وبمحور غالبا يتفق مع الاتجاه السائد للرياح وتكون بذلك القيعان داخل نطاق الكثبان والعروق الرملية كما فى حالة قاع غربى فى نفود الشقيقة وقاع الحاج.



المصدر: مستخرجة من أطلس وزارة التعليم العالى . بتصرف.

نماذج لبعض الدحول فى هضبة الصلب
شرق المملكة العربية السعودية
شكل(٣١)

والفارق بين القيعان وبين الخبوب أن الأخيرة أكبر مساحة، وأكبر طولا وأقل في التعمق وتربتها ليست بالضرورة أن تكون طينية قديمة ويغطي سطحها الرمال. وتنتشر القيعان في منطقة حائل ومنها قاع الهلالي جنوب جبال سلمى مباشرة، وقاع الصليعاء.

وهناك في منطقة القصيم يوجد قاع سالم فوق صفراء عنيزة، ويقع شمال غرب المذنب وهو بعمق ٩ أمتار، ويوجد قاع آخر يعرف باسم "القاع" ويقع جنوب غرب المذنب وعمقه ٥ أمتار وتتعدد القيعان في منطقة المدينة المنورة خاصة جنوب وشرق المدينة المنورة والتي منها قاع العاقول، قاع الفريدة، قاع الخفق، كما في شكل (٣٢).

ويظهر من الشكل (٣٣) القيعان المنتشرة في الأردن وهي :

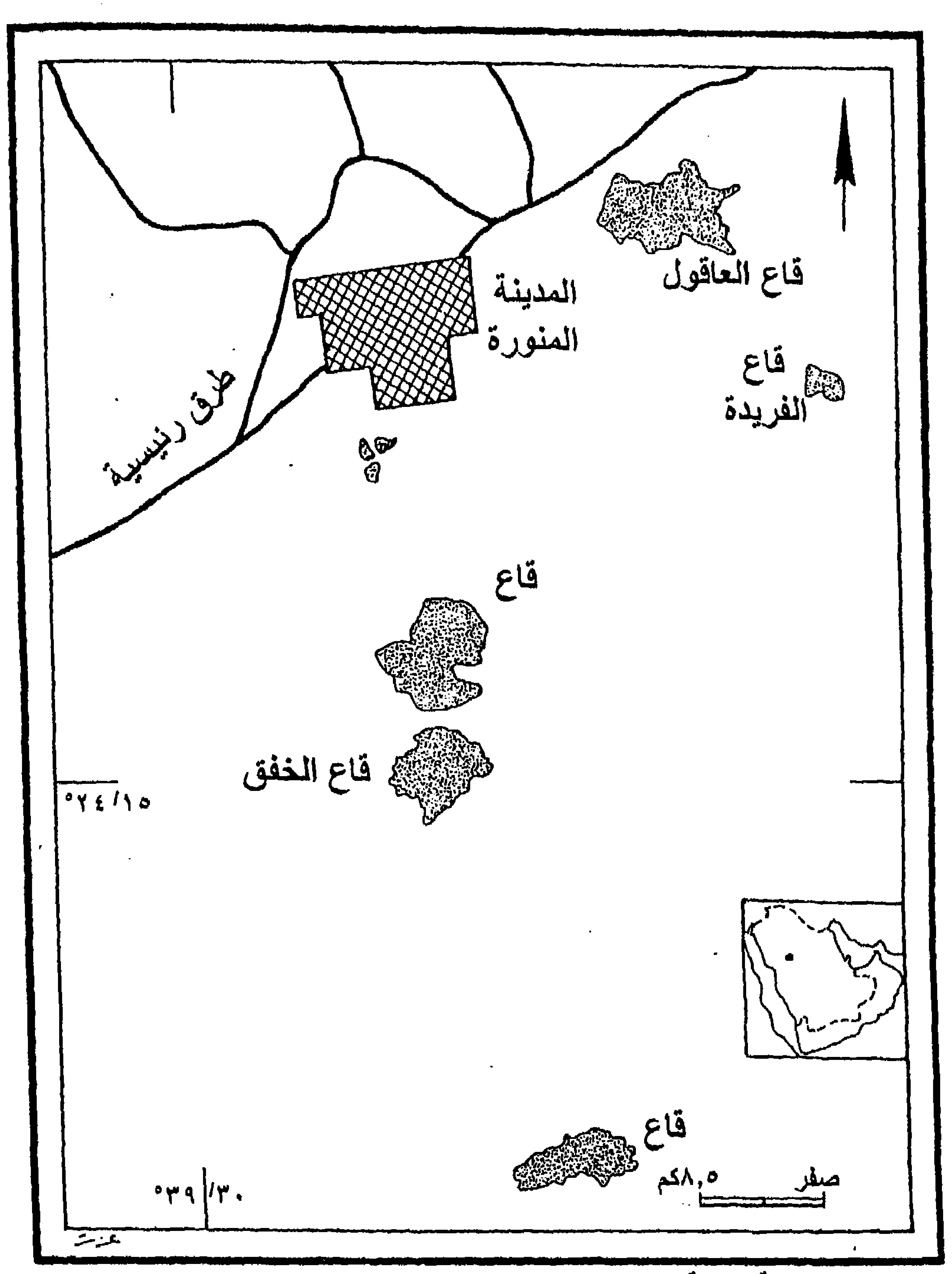
١- قاع أبو الحسين. ٢- قاع خناق.

٣- قاع القيسية ٤- قاع الجفر.

٥- قاع الحفيرة. ٦- قاع العُمَري

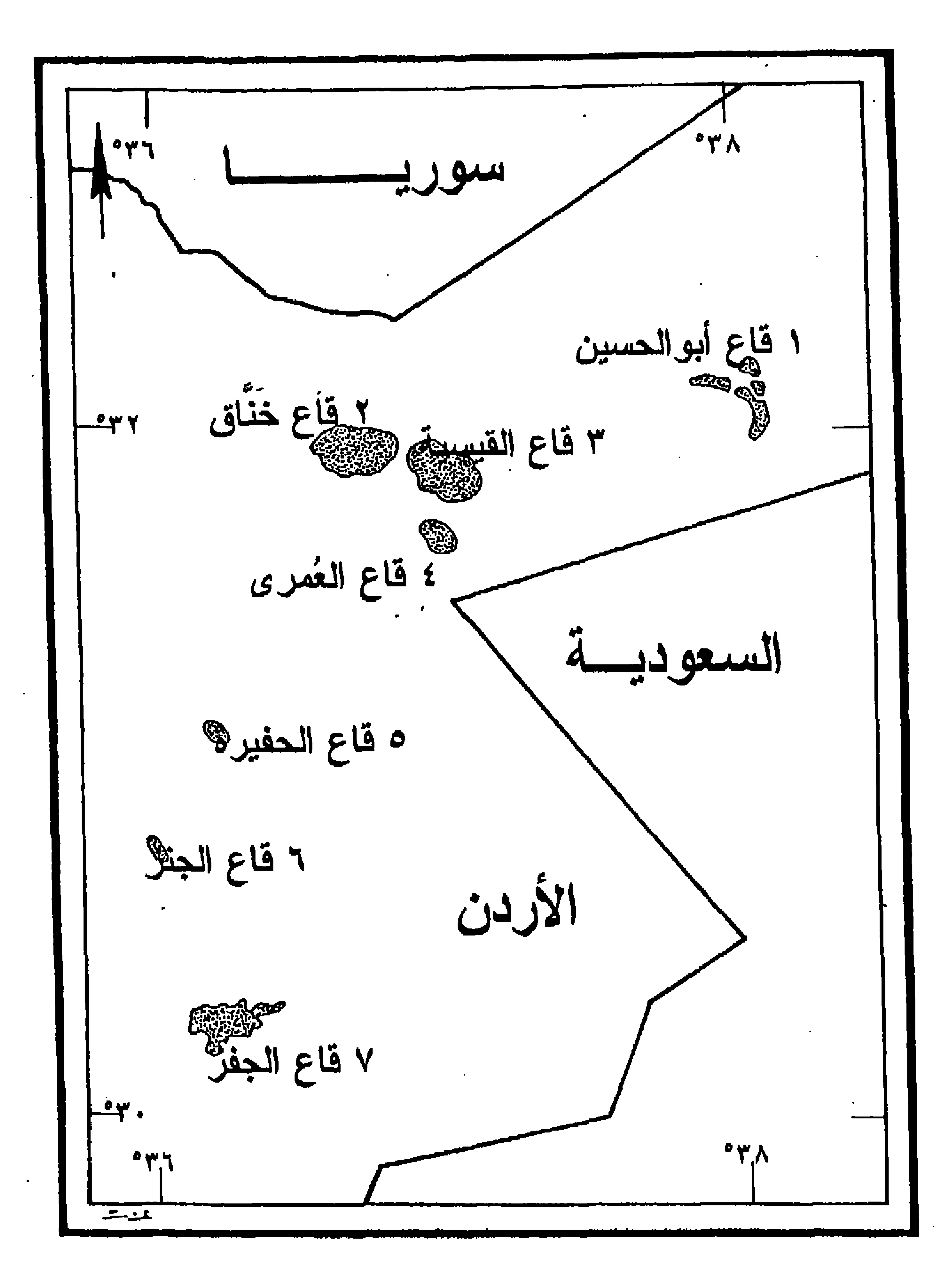
وكلها تنحدر إليها الأودية الجافة التي تجري بها المياه فترة قليلة من السنة أو كل عدة سنوات، وتملأ قيعانها بالرواسب والمياه وتكون بذلك سبخات، حيث أن تصريف الأودية يكون مركزياً.

أما ملامح الأودية الجافة وشبه الجافة، فهي أشكال نحت تقطع الأودية والهضاب في النطاق الجاف، وتعرف قيعان الأودية الجافة في صحراء جوبي باسم سايرس Sairs وتتضمن قيعان بحيرات جافة (Petrov, 1976, p. 13)، وينحدر كثير منها من الجبال المحيطة بصحراء إيران والتي تطوق الهضبة مما أدت إلى تكوين برك وسنجات وبحيرات أغلبها مالحة نتيجة لسوء التصريف. ومن أكبرها في صحراء تكلا مكان: خوتان وكيريا وهما ينتهيان إلى الكثبان الرملية. أما في شرقي هضبة التبت فهي تقطع الهضبة، ويكون النحت سريعاً، ونجد أن المقاطع العرضية



تم عملها من لوحة المدينة المنورة مقياس ١/ ٢٥٠٠٠٠

نماذج للقيعان حول منطقة المدينة المنورة ـ بالسعودية
شكل(٣٢)



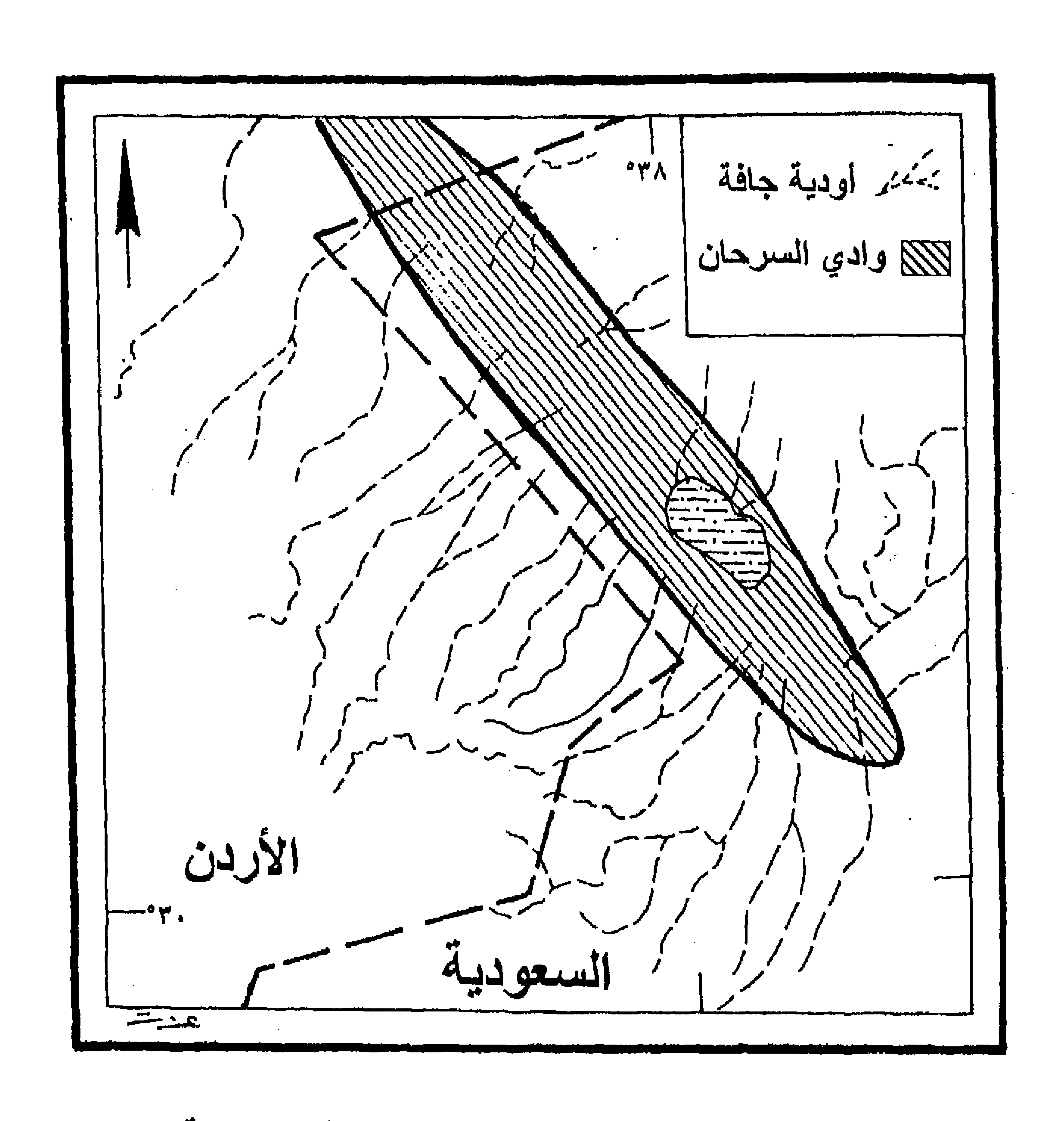
توزيع القيعان فى الأردن
شكل(٣٣)

لهذه الأودية فى هضبة التبت تأخذ شكل حرف V وتكون عميقة (Guibaut, 1944, p. 397). وهى تشبه فى ذلك نشاط الأودية فى هضبة نجد التى تأخذ المقاطع العرضية، فيها إما حرف V أو حرف U وتعكس مرحلة الشباب، والتى من أكبرها وادى الرمة ووادى حنيفة ووادى الدواسر، والأودية القصيرة الأخرى التى تنحدر نحو الشرق فوق الكتل الصخرية لصفراء السر وصفراء الوشم وصفراء المستوى، وجبل طويق، وهضبة الحجرة شمالى المملكة العربية السعودية، بالإضافة إلى مجموعة الأودية الجافة التى تقطع هضبة حضرموت جنوب شبه الجزيرة العربية وتتجه معظمها نحو البحر العربى وخليج عمان.

وإذا كان وادى السرحان شمال المملكة العربية السعودية التى يصل إلى منتصف الحدود السعودية – الأردنية يمثل واديا صدعياً، فإنه توجد مجموعة من الأودية الجافة تنحدر إليه من كلا جانبيه وتصب فيه مياهها لتتراكم فوق قاعه مكونة بذلك سلسلة من السبخات الداخلية، وبعض هذه الأودية تنحدر من الأراضى الأردنية مثل وادى الحسا، ووادى باير ووادى الذروة شكل (٣٤).

ثالثا: ملامح الارساب :

تنتشر الكثبان الرملية فى آسيا فى صحراء جوبى وصحراء تكلا مكان التى تمتد فيها الرمال لمسافة ١٠٠٠ كم من الشرق تجاه الغرب وباتساع ٤٢٠كم وتغطى مساحة تزيد عن ٤/١ مليون كم٢ ويسود نوع البرخان أو الكثبان الهلالية (Petrov, 1976, p. 25). وقد تكون الكثبان تجمعاً رمليا فى شكل عروق رملية كبيرة، يوجد منها إثنان فى صحراء تكلا مكان أحدهما يغطى ١٤ ألف كم٢ والثانى يغطى ٢٤٧ ألف كم٢، وهما من نوع الدروع (Wilson, 1973, p. 86)، ويوجد فى قارة آسيا ١٨ عرقاً من العروق الرملية فيما عدا شبه الجزيرة العربية التى يوجد بها وحدها ٧ عروق رملية يزيد مساحة الواحد منها عن ١٢ ألف كم٢.



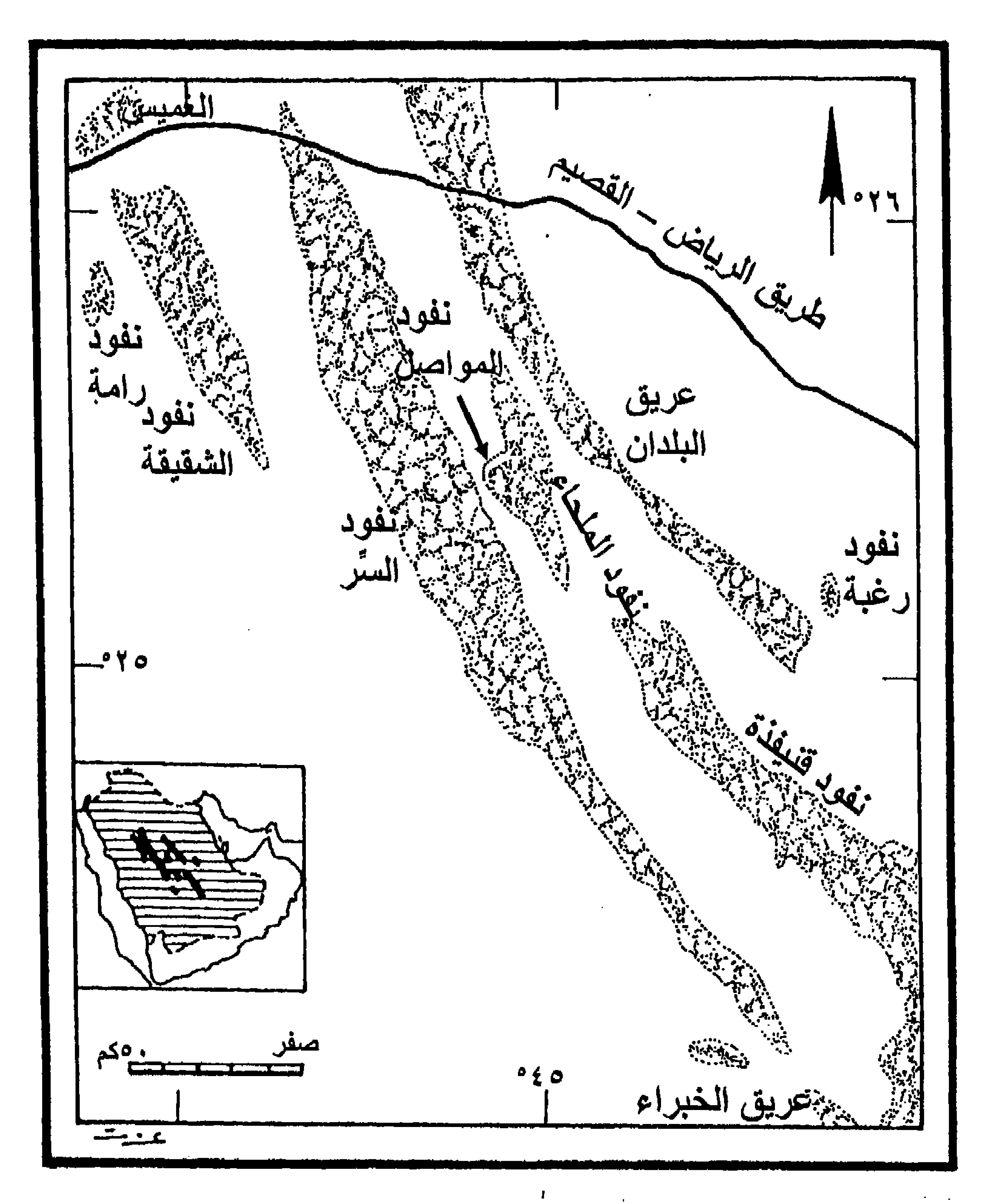
موقع وادي السرحان في المملكة العربية السعودية
شكل(٣٤)

أما صحراء راجستان شمال غرب الهند فتشمل صحراء ثال شمالاً وصحراء ثار جنوباً والتى تجمعت فيها الرمال بفعل عمليات الدورة المناخية، وتشغل الرمال ٣٠% من المساحة، ويذكر هيجنز (Higgins, 1974, pp. 280-285) أن الحافات الرملية تشغل من صحراء ثار نحو ٥٠-٦٠% من المساحة الكلية لها.

وتوجد فى صحراء تركمانستان كثبان رملية تبلغ إرتفاعاتها فى المتوسط ٣ أمتار، وإذا اتجهنا شرقاً نجد أن الصحارى الرملية فى وسط آسيا وكازاخستان تضم(١) صحراء كركورم، (٢) كيزيل كورم،(٣) مويونكوم، (٤) آرال كركورم، (٥)بارسوكى الكبرى والصغرى، (٦) رمال الفولجا - أورال. أما فى صحراء الاشان فى أقصى الشرق فتوجد الكثبان فى جنوبى صحراء جوبى فى ٣ كتل أغلب نوعها من الكثبان الهلالية ومتوسط طولها بين ٢٠٠-٢٥٠ متر (Petrov, 1976, p. 8).

وفى أقصى الغرب لا تخلو الهضبة الإيرانية من الكثبان الرملية التى توجد بارتفاعات ١٠-١٥ متراً، فى حين نجد شبه الجزيرة العربية تمثل متحفاً لأنواع عديدة ومثالية للكثبان والأشكال الرملية. ففى الشمال توجد النفود الكبير وأغلب ملامحه من نوع الحافات الرملية، وفى صحراء النفود تعرف الكثبان من نوع البرخان باسم ربحنة، وهناك عرق الدهناء والجافورة والربع الخالى ورملة وهيبة فى الإمارات وغيرها. ويظهر أن الكثبان الطولية تسود فى شرق وغرب الربع الخالى بالإضافة إلى النفود فى الشمال، بينما تتوزع الكثبان العرضية جنوب النفود وفى صحراء الجافورة شرقى المملكة العربية السعودية وفى شمال الربع الخالى، بينما الكثبان النجمية والقبابية توجد شمال شرق نجد حيث أن الكثبان القبابية سجلت فى شبه الجزيرة وتكونت تحت تأثير رياح قوية تهب من مختلف الإتجاهات ومع هذا فإنها تتحرك فى شبه الجزيرة من الغرب تجاه الشرق (Hills et al., 1966, p. 73).

أما فى المنطقة الوسطى بالمملكة العربية السعودية فنجد أن العروق الرملية، والنفود الرملية متقاطرة وراء بعضها البعض، ويوازى بعضها البعض أيضا بحيث أنها شغلت مواضع منخفضة بمحاور طولية، يفصل بينها مناطق هضبية أو جبلية أو كويستات تتمشى مع نفس المحاور، حيث عادة تتراكم الرمال وتتشكل الكثبان فى المواقع المنخفضة كما فى شكل (٣٥).



المصدر : أطلس ، وزارة التعليم العالى بتصرف

العروق والنفود الرملية الرئيسية فى منطقتى الرياض والقصيم

شكل (٣٥)

وعلى مستوى المملكة العربية السعودية كلها أمكن للمؤلف حصر نحو ٢٦ هيئة ارساب رملية بعيدا عن الدهناء والنفود الكبير ورمال الجافورة ورمال الربع الخالى، بحيث تتنوع ما بين عريق، ونفود، وعرق، ويمكن عرضها فى جدول (١٨) .

ولا تخلو الكويت من الكثبان الرملية بالإضافة إلى النباك، كما أنها توجد فى سلطنة عمان وتعرف هناك باسم الشقة وجمعها شقاق، بالإضافة إلى وجود تلال رملية تشبه بحار الرمال يطلق عليها هناك اسم "رملة"، كما توجد الكثبان الهلالية والتى يطلق عليها اسم "كار".

وتمثل رواسب اللويس الملمح الارسابى الثانى الذى كونته الرياح فى قارة آسيا، ويظهر بوضوح فى شمال غرب الصين مكوناً سطحاً شبه مستوياً يعرف بهضبة اللويس، والتى استمدت رواسبها من صحراء جوبى ومن وسط آسيا حيث ساعد فعل الصقيع شتاءً على تفتت الرواسب، كما توجد أيضاً فى وسط آسيا فى روسيا وبعض الدول الإسلامية فى وسط القارة الآسيوية.

وقد تعرضت هذه الملامح الرسوبية المفككة بعد تجمعها إلى عمليات نحت وتقطع بفعل المياه وبفعل الرياح أيضاً مما كون مجموعة من الأشكال المتخلفة عن النحت فى هذا الملمح الإرسابى الأصل، ومن هذه الأشكال تلك التى ذكرها فولير: (Fuller, 1922) : (١) كبارى اللويس الطبيعية، (٢) قواطع اللويس، (٣) قمم اللويس، (٤) قمم أبراج اللويس، (٥) القمم الإبرية والمدببة، (٦) القمم المخروطية أو القمعية، (٧) خوانق اللويس، (٨) القمم الناعمة.

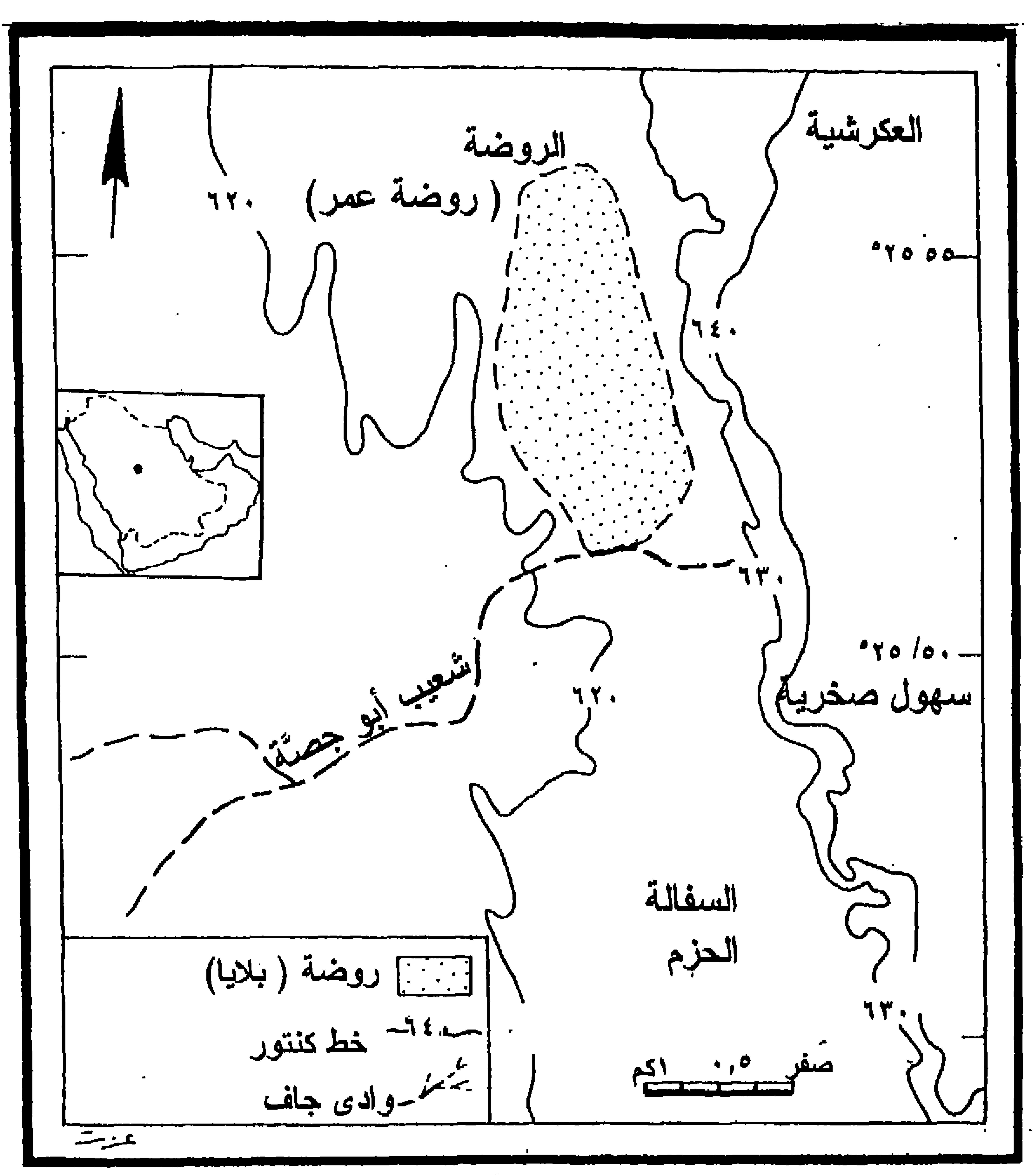
وتظهر ملامح البلايا playa فى أرجاء الأراضى الجافة بالقارة وغيرها من القارات الأخرى، وهى مواضع منخفضة نسبياً تتصرف إليها المياه كتصريف داخلى، وتكون مسطحات طينية أو طميية، وقد تتجمع بها بعض الأملاح، كما أن المياه قد تتجمع لفترة طويلة فتعمل على تكوين مسطحات برك أو بحيرات صغيرة (Hills et al., 1966, p. 65)، ويعرف هذا الملمح بأسماء عديدة منها السبخة، البلايا، المملحة، الشط، كما أنه فى المملكة العربية السعودية تعرف باسم القاع أو الروضة أو الرويضة وقد تعرف باسم الخبرا كما فى النموذج شكل (٣٦) الذى يوضح روضة عمر فى منطقة السر.

جدول رقم (١٧)

أسماء ومواقع بحار الرمال والعروق والنفود بالمملكة العربية السعودية

الاسم	الموقع	خط العرض	خط الطول شرقا	الاسم	الموقع	خط العرض	خط الطول شرقا
عرق بنيان	شمال الرياض	٢٥° ٠٠	٤٦° ٣٥	عريق البلدان	منطقة الوشم	٢٥° ٣٠	٤٥° ٣٠
عرق الرثمة	شمال شرق بنبان	٢٥° ٢٠	٤٦° ٣٠	نفود قنيفذة	منطقة الرياض	٢٤° ٣٠	٤٥° ٤٠
نفود رمحة	قرب القويعية	٢٣° ٤٠	٤٣° ٢٥	عرق الخبراء	منطقة الرياض	٢٤° ٠٠	٤٥° ٤٥
نفود العوينة	شمال شرق رمحة	٢٣° ٤٥	٤٣° ٤٠	نفود السر	الوشم بالرياض	٢٥° ٠٠	٤٥° ٠٠
نفود السرة	جنوب شرق رمحة	٢٣° ٢٠	٤٤° ٠٠	نفود المواصل	الرياض	٢٥° ٣٠	٤٤° ٥٥
نفود الملحاء	بين نفود البلدان			نفود المليحاء	الرياض	٢٥° ٣٥	٤٤° ٥٧
نفود المواصل	والسر			نفود الشقيقة	القصيم	٢٥° ٤٥	٤٤ ٠٠
عريق الطرفية	منطقة الرياض	٢٠° ٤٠	٤٤° ٠٥	عروق المنبطحات	الدواسر	٢٠° ٠٥	٤٦° ٥٠
نفود الثويرات	القصيم	٢٦° ٣٠	٤٤° ٣٥	عرق الوادى	الدواسر	٢٠° ٣٠	٤٤° ٤٥
نفود المشورة	بالدواسر	٢٢° ١٠	٤٢° ٤٠	عرق الصفية	الدواسر	٢٠° ٣٥	٤٤° ٠٠
نفود الغميس	شمال شرق البكيرية			عرق الجهد	الدواسر	٢٠° ٢٥	٤٣° ٤٧
نفود الميسرية	جنوب الرمة	٢٥° ٤٠	٤٢ ٥٠	عرق الحنان	الدواسر	٢٠° ١٠	٤٣° ١٨
عروق سبيع	شرق ظلم						
عريق رغبة	منطقة المحمل	٢٥° ١٠	٤٥° ٥٥				

المصدر : من حصر المؤلف عن خرائط ١ / ٢٥٠٠٠٠ واطلس المملكة العربية السعودية، وزارة التعليم العالى.



المصدر : مستخرجة من لوحة المذنب ٤٤ – ٤٤٢٥ مقياس ١/ ٥٠٠٠٠.

نموذج للروضات فى منطقة السر شمال المذنب بالسعودية
شكل(٣٦)

ومن أمثلة البلايا فى آسيا تلك الموجودة فوق سطح هضبة التبت وفى قاع حوض تسايدام وقاع منخفض تاريم وحوض زونجاريا، شرقى بحر آرال، والشطوط والبحيرات العديدة فوق هضبة إيران. أما فى شبه الجزيرة العربية فتوجد ٥ حالات فى الداخل وتقع فى النصف الشمالى للدولة، بينما فى المملكة العربية السعودية توجد بأعداد هائلة فى نهايات التصريف الداخلى للأودية الجافة ولذلك فأعدادها هائلة بنفس العدد الكبير لأودية التصريف الداخلى فى المملكة.

ولا تقل المراوح الفيضية كملمح جيومورفولوجى أهمية عن البلايا فى وجودها بالمناطق الجافة فى قارة آسيا، حيث ترتبط غالبيتها هنا بحضيض الحافات الجبلية، ونظراً لكثرة الحافات الجبلية وتنوعها وتباين إتجاهاتها فإن المراوح الفيضية أيضاً قد تأثر وجودها وأعدادها بكل الخصائص السابقة. وفى الجبال المحيطة بالهضبة الإيرانية نجد مراوح فيضية كبيرة المساحة ترتبط بالبيدمونت عند إقدام السفوح الجبلية لسلسلة جبال البرز، وجبال زاجروس عند سفوحها الشرقية أرسبتها الأودية.

أما فى شبه الجزيرة العربية فتظهر المراوح الفيضية صغيرة المساحة فى المناطق الداخلية خاصة بهضبة نجد بينما تظهر الدلتاوات على ساحل تهامة وساحل خليج العقبة، بالإضافة إلى المراوح الفيضية الموجودة فى الإمارات العربية مرتبطة بالجبال الموجودة بها. كما توجد المراوح على جانبى وادى عربة وتحت أقدام السفوح المحددة لجوانب البحر الميت فى الأردن والضفة الغربية فى فلسطين.

قارة أفريقيا :

تتعدد الملامح الجيومورفولوجية بالقارة الأفريقية، ويمكن تقسيمها إلى:

أولا: الأشكال البنائية :

تشمل الأشكال البنائية كتل الدروع Shieds التى توجد بالقارة ومن أمثلتها جبال البحر الأحمر فى شرق مصر وامتدادها فى الأراضى السودانية والأحواض

التكتونية التى كونها الأخدود الأفريقى وتقع فيها بحيرات شرق أفريقيا، بالإضافة إلى جبل العوينات فى جنوب غرب مصر وإمتداده فى الأراضى السودانية والليبية. وتظهر ملامح الطفوح البركانية فى القارة الأفريقية بوضوح شديد وتكون مظاهر تضاريسية ذات إمتداد مساحى كبير ممثلة فى هضبة الحبشة وتكوينات حدث لها تجوية وكونت الأرصفة، ومن أهم هذه الأرصفة الصحراوية: سرير تبستى، والسودة ، تبستى، حمادة مرزوق وحمادة الحمرا، سرير القدوسة، الحروق السوداء وغيرها كثير، حيث تكون بعضها فوق الصخور البازلتية وبعضها الآخر استمدت حبيباته من الحجر الرملى أو الحجر الجيرى، وتوجد فى صحراء جنوب تونس صحراء الرق الحجرية التى تندر بها النباتات الطبيعية (Mabbutt & Floret, 1980, p.11).

ثانيا: أشكال النحت:

توجد المنخفضات وتكثر فى الصحراء الكبرى الأفريقية، حيث يوجد منها العديد فى مصر بدءاً من منخفض توشكى جنوباً حتى منخفض سيوة شمالاً، وفى ليبيا توجد جعبوب والكفرة، وتوجد فى تونس فى الجنوب منخفضات ملحية، وفى الجزائر منخفض صلاح الموجود به عين صلاح المشهورة.

وتوجد أشكال الياردانج العديدة فى القارة الأفريقية، حيث نجدها موزعة فوق الأسطح الهضبية المرتفعة نسبيا كما هو الحال فى النطاق الواقع بين وادى النيل ومنخفض الخارجة فى مصر، أو فى الجزائر حيث توجد فى جنوب البلاد فى جبال تبستى والتى قد تشكلت فى صخور الحجر الرملى والتى تتوزع فى شرق وغرب وجنوب وشمال غرب الجبال (Wilson, 1971, p. 185).

وقد تتوزع الياردانج فى قلب المنخفضات الصحراوية مرتبطة فى تكونها إما نحت فى الصخور الجيرية والرملية كما هو الحال فى شمال منخفض الخارجة ووسط الفرافرة وعند السفوح الشمالية لمنخفض الداخلة أو قد تم نحتها وتشكيلها فى صخور الحجر الطينى كما هو الحال على طول إمتداد درب الأربعين من شمال منخفض الخارجة حتى منخفض توشكى، وفى شرقى منخفض توشكى وفى مناطق

منخفض الخارجة حتى منخفض توشكى، وفى شرقى منخفض توشكى وفى منـاطق البلايا القديمة فى الواحات الداخلة، وفى واحة سليمة ومنطقة العطرون فـى شـمال غرب السودان، وفى منطقة العوينات التى درستها بعثة علمية بمصاحبة فاروق الباز.

وتظهر الأودية الجافة وقد قطعت السفوح وجوانب الهضاب السابقة ذكرهـا، ولذا فإن تصريفها فى معظمها داخلياً، فيما عدا أودية الصحراء الشرقية فى مصر والتى إما تتجه نحو البحر الأحمر أو تصب فى نهر النيل. وفى ليبيـا قليـل مـن الأودية الجافة يتجه نحو البحر المتوسط وبعض منها يصرف مياهه فى المنخفضات أو المواضع المنخفضة الواقعة فيما بين الهضاب وتمتد على نطاق إقليمـى. وفـى منطقة الأحجار توجد مجموعة من نظم الأودية الجافة التى تشير مقاطعها العرضية أنها فى مرحلة الشباب، ونمطها مستطيلاً، وأغلبها أودية تابعـة، وتوجـد بعـض الأودية التالية، وتتشكل فى مجاريها بعض الخوانق العميقة والتى تـربط الأوديـة ببعضها البعض، وتتجه الأودية فى كل الاتجاهات سواء نحو الـشمال مثـل وادى أغرغر أو نحو الجنوب مثل وادى تكويت الذى ينتهى إلى منخفض الجوف، ويتجه وادى ترابان نحو الجنوب كما فى شكل (٣٧) (Gautier, 1926, pp. 387-390).

وفى الغرب نجد أودية جافة والتى من أكبرها وادى ساورا، الذى يبدأ مـن جبال أطلس وينتهى فى واحة توات، إضافة إلى أودية هضبة تادميت.

وهناك مظاهر جيومورفولوجية مثلما الحال فى الجبال والتلال البركانية فى كينيا. وتظهر ملامح الطفوح البركانية القديمة فى منطقة جبال الأحجار حيث توجد غطاءات أفقية من اللافا تغطى أجزاء من جبل تاهات (Gautier, 1926)، ويعتبـر بعض الجغرافيين كتلة الأحجار درعاً يشبه فى ذلك كتلة سـيبيريا وكتلـة الـدرع الكندى، وأنها من حيث الهيئة كانت قباب نحت فى الوسط وكان انحدار هذا القباب إلى كل الإتجاهات، وأن الطبقات البازلتية بها ترجع إلى عصر ما قبل الكمبرى.

وتظهر ملامح الجزر الجبلية حينما ينكشف سطح الصحراء ويـصبح فـى مرحلة نضج أو مرحلة الشيخوخة وهى نهاية دورة النحت فى الصحراء، ولذا نجد

أغلبها يظهر فوق قاع المنخفضات الصحراوية. ففى الواحات الخارجة فى مصر نجدها فى منطقة دوش بالاتجاه نحو القطاع الجنوبى للمنخفض، ونجدها ممثلة فى جبل أدمنستون فى غربى منخفض الداخلة، وفى قاع منخفض الفرافرة يمكن مشاهدتها فى قطاعين الأول فى الوسط حيث توجد كتلتان من التلال المعزولة هما جبل جُنَّة الشمالى وجبل جنة الجنوبى، والقطاع الثانى فى الشمال حيث تخلفت عن نحت الحافة الشمالية ووادى الأبيض وتمثل البقية الباقية لنحت الميسات وتراجع الحافات، ويوجد مثل لها فى منخفض البحرية وسيوه والقطارة.

أما فى المناطق الصحراوية خارج نطاق المنخفضات فنجدها فى درب الأربعين وفوق هضبة الجلف الكبير على طول الطريق إلى الواحات الداخلة، وتتمثل فى قارة الميت فى منطقة العوينات.

وتنتشر فوق النطاق الإفريقى الجاف الأرصفة الصحراوية التى توجد بشكل نموذجى، حيث توجد فوق سطح الجزء الشرقى لصحراء أسيوط المجاورة لوادى النيل، وفوق أسطح بعض المناطق فوق قاع المنخفضات، وفى منطقة درب الأربعين بشكل أجزاء متفرقة وعلى سطح النصف الجنوبى لهضبة الجلف الكبير.

وتعرف الأرصفة الصحراوية والصحراء الحجرية فى ليبيا باسم الرق أو السرير، وهى مغطاه بالحصى المستدير، وتعرف فى الجزائر بالرق وتوجد فى هضبة تادميت، أما فى منطقة الأحجار فتوجد فى منطقة كوديا فى القلب مظاهر الأرصفة الصحراوية والحصوية، وترصع الرق صحراء تانزريفت، وتوجد الأرصفة الصحراوية بوضوح شديد فى جنوب ليبيا وشمال تشاد والنيجر، مرتبطة فى تكونها بعدد مختلف من أنواع الصخور.

ثالثا: أشكال الأرساب :

تأتى البلايا على رأس قائمة الارساب المائى فى الصحراء الكبرى، وينتشر وجودها فى قيعان المنخفضات، وفى مواضع محددة، مرتبطة فى ذلك بأودية جافة وطبوغرافيا منخفضة شبه حوضية تعمل على تجمع المياه والرواسب. ويطلق على

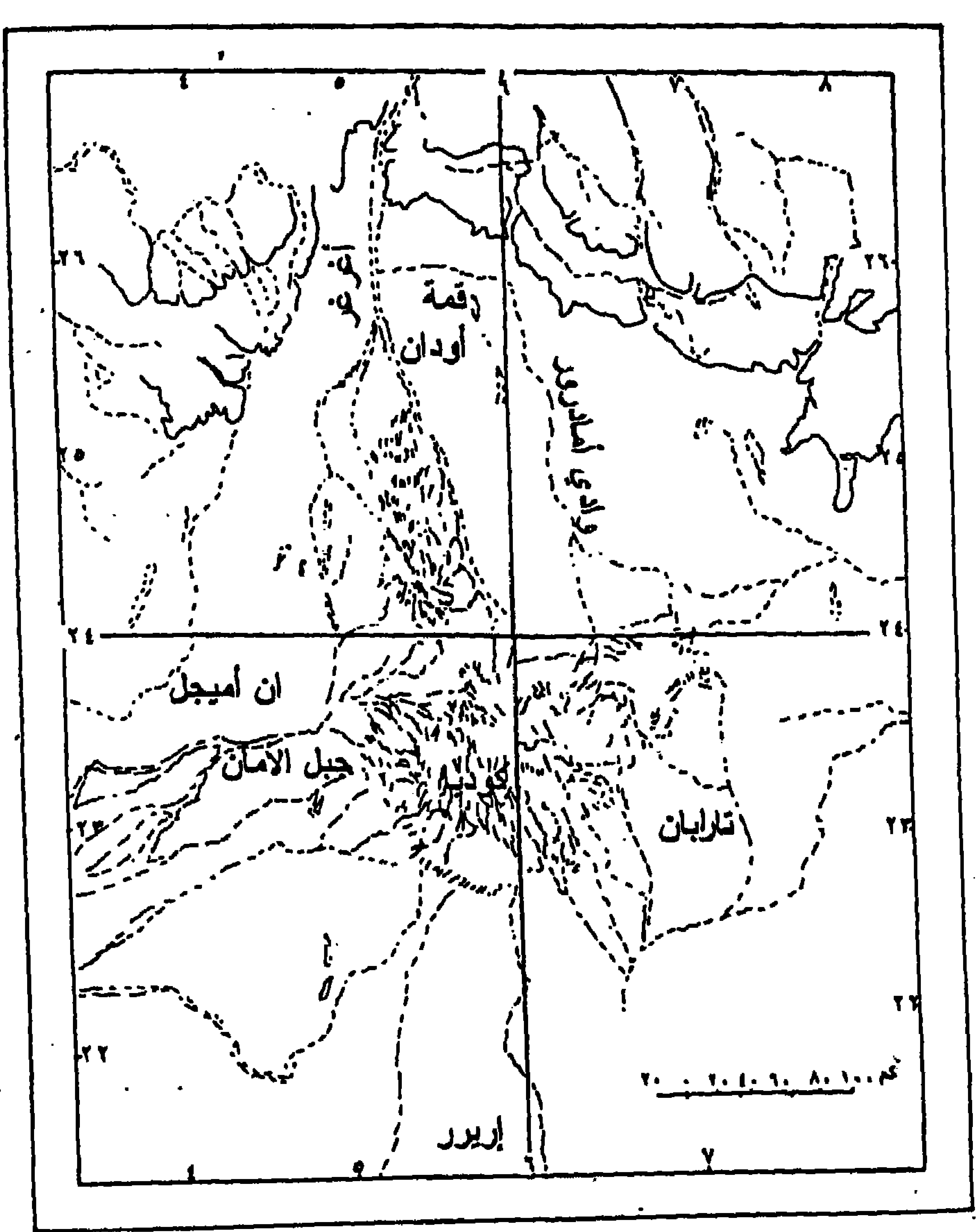
السبخة، وفى جنوب أفريقيا تعرف باسم Pan والتى تعنى تجمعاً مائياً أو روضـــة، وقد تعرف باسم Mier.

ومن أشهر البلايا الجافة تلك التى تنتشر فى الواحات الخارجة والداخلة وفى منخفض توشكى وفى واحة سليمة فى السودان، وفى الفرافرة وأبو منقار والواحات البحرية وسيوة وفى منطقة العوينات، أما البلايا الرطبة فنجدها فى منخفض الفيوم والنطرون والسلوم وجغبوب وفى منطقة الشطوط فى بلاد المغرب العربى وتلـــك التى تنتشر فى تونس بكثرة وتعرف باسم شط الجريد وملغير وغيرهما.

وتعتبر المراوح الفيضية من الملامح المنتشرة تحت أقدام السفوح والحافـــات الجبلية التى ترتبط بها البلايا أيضاً فى النطاق المعروف باسم البيدمونت. فكثيراً ما ترتبط المنطقة الواقعة أسفل السفوح الشرقية لجبال البحر الأحمر بدلتاوات كبيـــرة المساحة ومراوح فيضية عديدة. وعلى الجانب الآخر للجبال نجد مـــراوح فيـــضية عند التقاء مصابات الأودية الجافة بالسهل الفيضى لوادى النيل. أما السفوح الشرقية والغربية لمعظم المنخفضات فى الصحراء الغربية - خاصة فى مصر فترتبط بهـــا مراوح فيضية قد تتصل جزئياً ببعضها وتكون ملامح البجـــادا وتـــصبح ســـهولاً رسوبية، ويشبهها فى ذلك الأحوال فى ليبيا والجزائر والمغرب.

وتمثل الأشكال الرملية المتجمعة فى صحارى شمال أفريقيـــا مـــن أوضـــح المعالم الجيومورفولوجية الإرسابية ومن أكثرها إنتشاراً وإمتداداً. وتبدو التجمعات الرملية فى عدة أشكال والتى جذبت الانتباه لدراستها طوال القرن العشرين.

وتعمل الرياح دائما - خاصة نظام الرياح الدائمة - علـــى تـــشكيل الكثبـــان الرملية فى الصحراء الليبية (غرب مصر وليبيا)، وتأخذ الرمال فى حركتهـــا فـــى اتجاه يسير مع عقارب الساعة من الشمال قرب البحر المتوسط إلى الجنوب قـــرب منخفض توشكى. ولا يقتصر دور الرياح فقط على تكوين الكثبان الرملية وأشكالها المختلفة فقط، وإنما يتعداها إلى التشكيل المستمر لهذه الكثبان كمـــا رســـمها لنـــا



المصدر : Gautier E .F.1926

الملامح الجيومورفولوجية لمنطقة الأحجار بأفريقيا

شكل (٣٧)

هاردنج كنج عام ١٩١٨ (King, 1918) الذى أعطى تصوراً لنتائج دراسته للرمال فى الصحراء الغربية فى مصر، خاصة فى الواحات الخارجة وكيفية تأثير الإتجاه العام للرياح السائدة فى تشكيل الكثيب ومدى تغير شكله إذا تعرض لهبوب رياح أخرى غير الرياح السائدة فيختلف شكل الكثيب.

ففى مصر توجد الكثبان شمال سيناء وفيما بين وادى النيل والصحراء الغربية فى المنيا وأسيوط، وتوجد فرشات الرمال فى قاع منخفض الخارجة وفى قاع منخفض توشكى وفى واحة الكفرة وفى صحراء العتمور وصحراء العتباى شمالى السودان وفوق سطح هضبة الجلف الكبير بالاتجاه نحو جبل العوينات فى مصر.

وقد توجد التجمعات الرملية فى صورة كثبان هلالية أوبرخان والتى ينتشر وجودها فى الخارجة والداخلة، وإذا تجمعت بكميات كبيرة ولمسافة طويلة سُمِّيت غرد مثل غرد أبو المحاريق، وقد تكون كثباناً معزولة فى منطقة أبوزعبل شمال شرق القاهرة وتبدو فى شكل حافات.

أما إذا تجمعت الكثبان فى مساحة كبيرة فإنها تكون ما يعرف باسم بحر الرمال ومنها بحر الرمال العظيم فى مصر وليبيا، ويوجد فى ليبيا بحر الدهان أوبارى والدهان مرزوق. وفى مصر حدد نبيل إمبابى (Embabi, 1998, p. 495, table I) نحو ٦ بحار رملية فى مصر أكبرها بحر الرمال العظيم الذى يغطى مساحة قدرها ٧٤,٦% فى صورة كثبان والباقى عبارة عن فرشات رمال ومناطق بين الكثبان. ثم رمال سليمة وتمتد رواسبها إلى شمال غرب السودان واصلة إلى واحة سليمة، وتغطى بحار الرمال بشكل عام نحو ٢٠% من مساحة مصر.

وقد أمكن لويلسون (Wilson, 1971, p. 185). تحديد نحو ٢٧ عرقاً رملياً تتوزع فى شمال أفريقيا بدءاً من أبو محرق (أبو المحاريق) فى مصر شرقاً ووصولاً حتى العروق الرملية فى موريتانيا غرباً، والتى تزيد مساحة كل عرق رملى منها عن ١٢٠٠٠ كم٢، وكان أكبرها عرق شيش - أدرار التى وصلت

مساحته إلى ٣١٩ر٠ من المليون كم٢ شكل (٣٨).

وتخضع الكثبان الرملية الطولية التى يكثر وجودها فى العروق الرملية فى شمال أفريقيا للنظام العام للرياح والاتجاه السائد لها مع دوران الكرة الأرضية مما يغير من محور الكثبان من الشمال الغربى إلى الشمال. وتتحول الكثبان الرملية من صورة كثبان هلالية أو كثبان على شكل حرف U إلى حافات رملية . والحافات الرملية سواء فى الشمال الأفريقى أو فى استراليا أو الصحراء الهندية تمتد بمحاور موازية لاتجاه الرياح السائدة فى حين ترتبط الكثبان الهلالية باتجاهات ثانوية للرياح - والأخيرة هى اتجاهات متفاوتة.

وقد كان أوفرير Aufrere أول من درس وشرح كيفية نشأة الحافات الرملية، وذكر بأنها عبارة عن تحول من الكثبان الهلالية إلى كثبان حرف U ثم تأتى المرحلة الثالثة ويزال الجزء الداخلى لحرف U ويصبح هناك زوج من الحافات الرملية (Madigan, 1936, p. 223) تأخذ هيئة 11 بدلا من U بعد نحت ما بينهما.

وفى النصف الجنوبى للقارة الأفريقية استمدت الأشكال الرملية رواسبها فى الغالب من تذرية الرواسب الفيضية القديمة والتى كونتها الأودية الجافة. وتوجد الصحراء الحصوية الزلطية فى الجزء الشمالى لصحراء ناميب - كما سبق الذكر - بينما الصحراء الرملية تقع إلى الجنوب.

أمريكا الشمالية :

يظهر فى الركن الغربى والجنوبى الغربى بأمريكا الشمالية الملامح الجيومورفولوجية البنائية ممثلة فى المخاريط البركانية فى صحراء سونورا والتى تبدو فى شكل جبال مثل جبال آجو - تشيلد - لتل بارتفاع يصل إلى ٧١٠ متر.

وتوجد فى كثير من الأراضى الجافة بالولايات المتحدة والمكسيك ملامح جيومورفولوجية بنائية ناتجة فى نشأتها عن أحداث باطنية تكتونية، حيث تعمل الصدوع هناك على تقسيم القشرة الأرضية إلى كتل أو أجزاء تفصلها ملامح بنائية

المصدر: Wilson,I.G.,1971 بتصرف

أثر الاتجاه العام للرياح وتغيرها فى تكوين بحار الرمال فى شمال أفريقيا
شكل (٣٨)

حادة وبعض خطوط الصدوع التى قد تكون قديمة. وتحدث حركة جانبية أو رأسية لهذه الكتل فتكسبها ملمحاً طبوغرافياً يعرف باسم طبوغرافية "الحوض والسلسلة" ويصبح المظهر بين إرتفاع وانخفاض أو مرتفعات وأحواض. وقد نتج عن ذلك أيضاً وجود حافات صدعية منها حافة جبل سان جبريل ٦٥٠٠ قدم والحافة الجبلية لسييرا نيفادا ١٠٥٠٠ قدم فوق مستوى وادى أوينز، وتوجد أمثلة لهذا فى صحراء موهاف أيضاً (Hills et al., 1966, p. 55).

ومن أوضح المعالم الجيومورفولوجية الحافات المتوازية التى توجد بينها منخفضات يطلق عليها أودية، وأعمق منطقة وأشهرها تلك التى تعرف بوادى الموت Death Valley فى جنوب شرق كاليفورنيا وفى الجزء الجنوبى من ولاية نيفادا (Blackwelder, 1933, p. 464).

وتوجد فى ولاية نيومكسيكو بالولايات المتحدة أحواض أخرى غير الأحواض السابقة، ومنها حوض أوتيرو Otero والذى يقع فى النطاق القاحل الذى يستقبل أقل من ٢٥سم/ سنوياً من الأمطار. (Macdougal, 1912, p. 453).

وفى المكسيك تبدو السفوح الصدعية التى نتجت عن حركات التصدع التى أصابت المنطقة، سواء حددت سفوح هضبة المكسيك، أو الحافات المحددة لخليج كاليفورنيا وشبه جزيرة كاليفورنيا ذات النشأة الصدعية. وتوجد أحواض بالمكسيك ذات نشأة صدعية مثل حوض سالتون Salton الذى يمتد بين الولايات المتحدة والمكسيك ويصل مستوى هبوطه إلى ما دون مستوى البحر بنحو – ٢٨٤ قدم تحت مستوى البحر، كما توجد مجموعة منخفضات فوق سطح هضبة المكسيك نفسها.

ثانيا أشكال النحت:

تتنوع أشكال النحت فى الأقليم الجاف وشبه الجاف والناتجة عن نحت كل من النحت الهوائى والنحت المائى فى الولايات المتحدة الأمريكية. فالتلال المعزولة والمتخلفة عن النحت توجد فوق الحافة الشمالية للهضبة العظمى وقرب الهامش الشمالى، وهى من الحجر الرملى، وتشكل المظهر المعروف جيومورفولوجيا

بالتوأم Twin Butts. وقد أشار بريان وروى (Bryan & Rue, 1927, p. 252) إلى أنها تعرف أيضاً باسم Navago وتوجد فى صحراء يوتاه وتتكون من الحجر الرملى وساعد على تكونها وجود فواصل رأسيه.

وتوجد فى صحارى الولايات المتحدة ومناطقها الجافة ظاهرة البولسون Bolsons والتى تنتشر بكثرة فى الأقاليم الغربية الداخلية، وتشغل قيعانها بعض البلايا والبحيرات مثل بحيرة بونفيل (Hills, et al., 1966, p. 65). وملامح البولسون تبدو فى صورة منخفضات دائرية أو شبه دائرية، ناتجة عن عمليات النحت الصحراوى أساساً وساعد على عمليات النحت وجود بعض الصدوع والملامح البنائية، ولكن تعددها ومورفولوجيتها يكسبها مظهراً جيومورفولوجياً خاصاً ومميزاً يجعلها تختلف عن الأحواض البنائية السابقة الذكر.

وتظهر ملامح النحت المائى إما فى المجارى المائية الجافة نفسها أو مجموعة الخوانق الكبيرة Canyons وبعض الجنادل فى المناطق العميقة التى تقطعها الأودية كما هو الحال فى صحراء أريزونا وويومنج (Clapp, 1926, p. 220).

ثالثا: أشكال الارساب :

تهب الرياح فوق صحارى جنوب غرب وغرب الولايات المتحدة، وتوجد أنواع من الكثبان منها النوع القبابى فى غرب وجنوب غرب أمريكا الشمالية هى من نوع الكثبان الطولية أو كثبان القطع المكافئ (Hills et al, 1966, p. 73)، وأكثر الكثبان فى غرب وجنوب غرب أمريكا الشمالية هى من نوع الكثبان الطولية أو كثبان القطع المكافئ (Thomas, 1997, p. 384). وذلك فى جران ديزرتو أو الصحراء العظمى، بالإضافة إلى كثبان الجودونز، وبحر رمال سالتون وهما فى كاليفورنيا، وتمثل كثباناً نشطة. كما توجد البلايا فى أحواض البولسون السابق ذكرها، أو فى قيعان الأودية الصدعية والمنخفضات التكتونية التى تكونت غرب وجنوب غرب الولايات المتحدة.

أما ظاهرة المراوح الفيضية فتوجد بكثرة مرتبطة بأحواض البولسون على

السفوح المحددة لجوانب هذه الأحواض والمنخفضات. وتشغل المراوح الفيضية مع البلايا نحو ٦٠% من صحراء موهاف (Hills et al., 1966, p. 65).

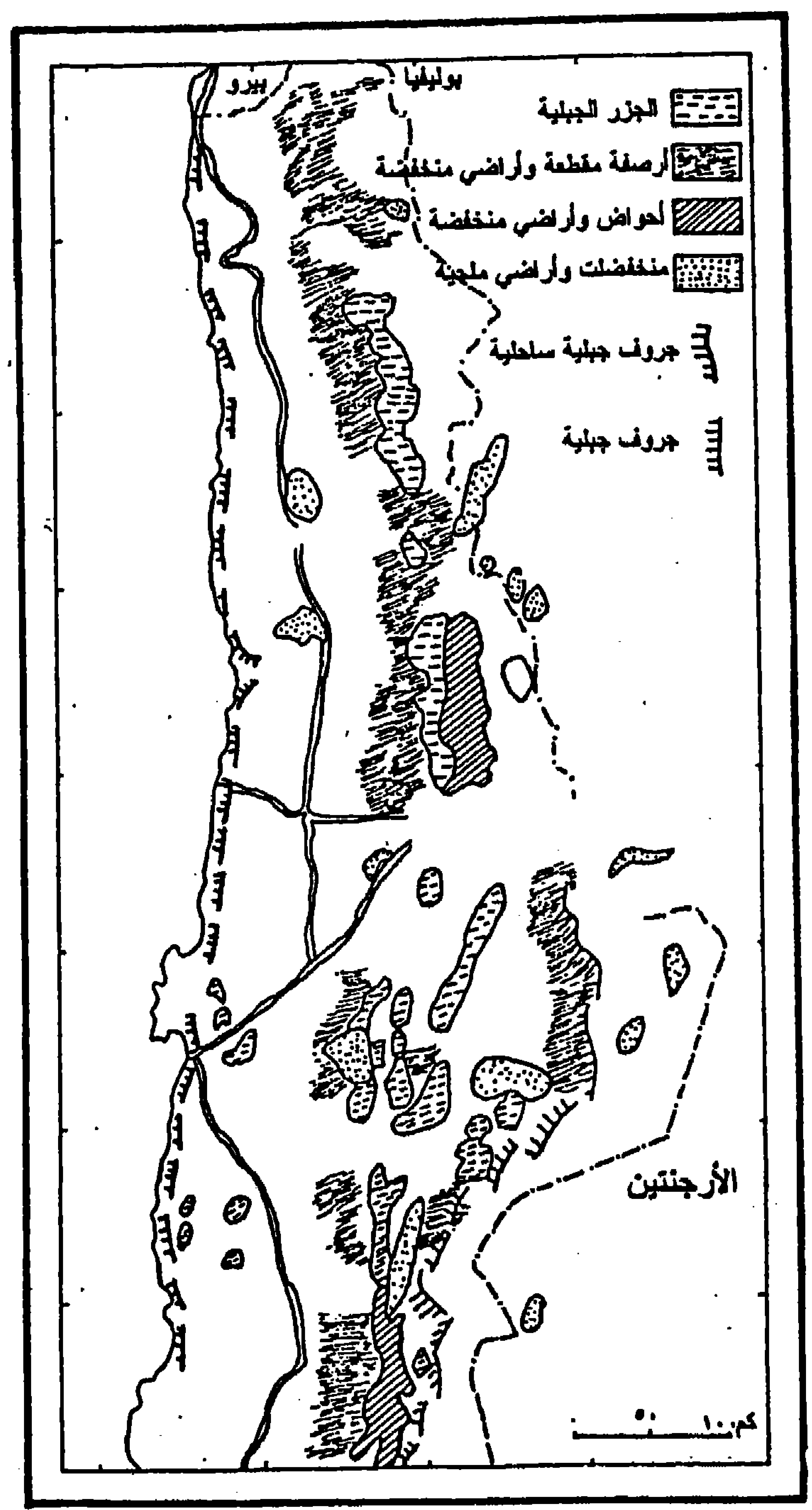
أمريكا الجنوبية :

أولا: الملامح البنائية:

ظهر العديد من القمم والسفوح الشديدة الانحدار ذات الأصل الصدعي في الشمال الشرقي للقارة. أما في الغرب حيث توجد صحراء أتكاما التي تمتد في شيلي ويوجد جزء منها في بيرو فتظهر الحافات الصدعية، سواء التي تحدد إمتداد جبال الأنديز من الجهة الغربية، أو تلك التي تظهر موازية لخط الساحل، كما في شكل(٣٩).

وتظهر التلال المستديرة والجزر الجبلية وقد انتشرت في صحراء اتكاما رغم ضيق إتساعها وامتدادها الطولي من الشمال إلى الجنوب، وهذه التلال مقطعة بفعل المسيلات المائية التي تتعامد مع محور اتجاه الجبال والساحل، وأغلبها يوجد في النطاق الأوسط من الصحراء والقليل منها يوجد في النطاق الغربي، كما أنه قد تكونت الأرصفة الصحراوية في صحراء أتكاما، وهي مكونة من رواسب الأحجام الكبيرة من الحصى والأحجار بسبب شدة إزالة الرياح للرواسب الناعمة من فوق أسطح المراوح الفيضية (James, 1926, p. 207).

ولا تخلو صحراء أتكاما من وجود المنخفضات والتي تشغل معظم قيعانها الأملاح ذات القيمة الاقتصادية، وتوجد ملامح البولسون بين جبال الأنديز شرقاً والسلسلة الساحلية غرباً، وهي أحواض ضحلة تفصل بينها مجموعة تلال صغيرة، وتشغلها بعض المراوح الفيضية (Ibid.).



المصدر: Petrov,1976.

المـلامح المورفولوچية لصحراء شيلي

شكل (٣٩)

ومع شدة جفاف صحراء أتكاما إلا أنه تقطعها مجموعة أودية تأخذ نظاماً متوازياً أو شبه متوازياً وتتجه نحو الغرب إلى المحيط الهادى، وقد عملت هذه الأودية على نحت أخاديد فى المنطقة الغربية من الجزء الهضبى ومن أمثلتها نهر لوا The Rio Loa. وقد انتشرت الأخاديد كمظهر نحتى فى المنطقة، وغالبيتها تأخذ مقاطعها العرضية شكل حرف V (James, 1926).

ثالثا: أشكال الارساب:

تظهر ملامح الارساب الرملى فى شكل كثبان فى الجزء الصحراوى الواقع فى بيرو، وأغلبها من نوع البركان وتعرف باسم بامبا دى لاجويا Pampa de la Joya ومتوسط ارتفاع الكثبان يصل إلى ١-٧ أمتار (Thomas, 1997, p. 394). وهى كثبان متحركة ونشطة. أما الرواسب الهوائية الأخرى فى أمريكا الجنوبية فتظهر فى صحراء بتاجونيا فى الأرجنتين حيث توجد الكثبان الثابتة فى أقصى شرق الإقليم الجاف فى النطاق الساحلى، فى حين تظهر رواسب اللويس بشكل أكثر إنتشاراً فى هذا الإقليم مقارنة بالكثبان الرملية. وتظهر رواسب اللويس فى شمال غرب وشمال شرق وغرب هضبة بتاجونيا.

وإذا نظرنا لرواسب البلايا فى أمريكا الجنوبية نجدها كثيرة الانتشار فى صحراء شيلى وبيرو حيث توجد فى قيعان المنخفضات وتشغل قيعان أحواض البولسون، وكثير منها به أملاح ذات قيمة إقتصادية كمخصب للأراضى الزراعية، وهى تمثل بحيرات قديمة أو مستنقعات تعرف محليا باسم Salars شكل (٣٩).

وتنتشر ظاهرة المراوح الفيضية من النوع الكبير الحجم والمتسع المساحة على الساحل الغربى لصحراء أتكاما، وإن كانت إنحداراتها تشتد نسبياً لتصل درجة الانحدار إلى ٥ درجات، ولذا يصفها لنا جيمس (James, 1926, p. 207) بأنها مراوح معلقة، يبلغ طولها نحو ٤٠-٥٠ ميلا بحيث تمتد لتصل إلى منخفضات البولسون المجاورة.

إستراليا :

تظهر السهول وأشباه السهول الصحراوية من الملامح الموجودة، وهى ذات أصل بنائى Structural plains والتى تتوزع إما فى الجنوب الغربى للقارة أو فى الوسط الجنوبى أو فى الوسط الشمالى، وترتفع هذه الملامح التى تمثل أشباه سهول - خاصة فى الغرب - بحوالى ١٥٠٠-٢٠٠٠ قدم فوق سطح البحر (Madigan, 1936, p. 219). مثل هذه السهول هى قديمة منذ عصر ما قبل الكمبرى والباليوزوى المبكر، والتى تعرضت لتاريخ نحت طويل جداً ووصلت فى النهاية إلى هذه المرحلة (Taylor, 1933, p. 108) وأدى ذلك إلى تراكم الكثبان فوق هذه السهول فى النهاية.

ويظهر على سطح الصحراء الاسترالية الأرصفة الصحراوية والصحراء الحجرية فى شكل نطاق متسع المساحة يتوزع فى ثلاث مناطق هى الشرق والوسط وجنوب النطاق الجاف بالقارة. والصحراء الحجرية هنا مكونة من صحارى زلطية - رملية وصحارى حصوية، ومن أشهرها صحراء جبسون الحجرية الزلطية التى تنتشر بها كومات متباعدة مكونة من الصخور القديمة (Ibid.).

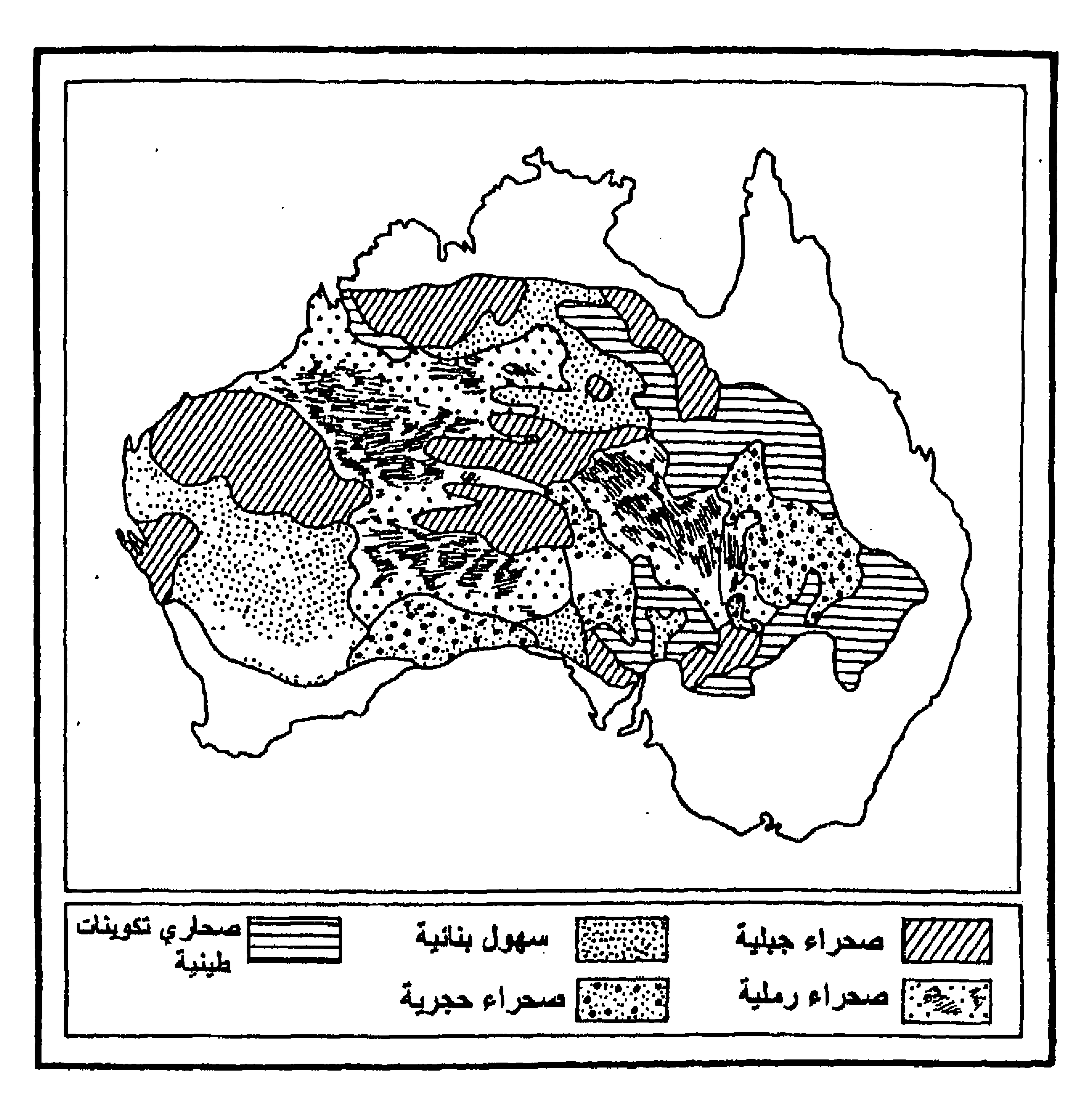
وقد ساعد استواء سطح وسط وغرب استراليا، وبعد هذا القلب عن السواحل على تكوين بحار الرمال والعروق الرملية المتنوعة بالقارة. وتوجد الصحارى الرملية ممثلة فى:

(١) صحراء فكتوريا العظمى (٢) الصحراء الرملية العظمى وهى أكبرها

(٣) صحراء جبسون (٤) صحراء سمبسون

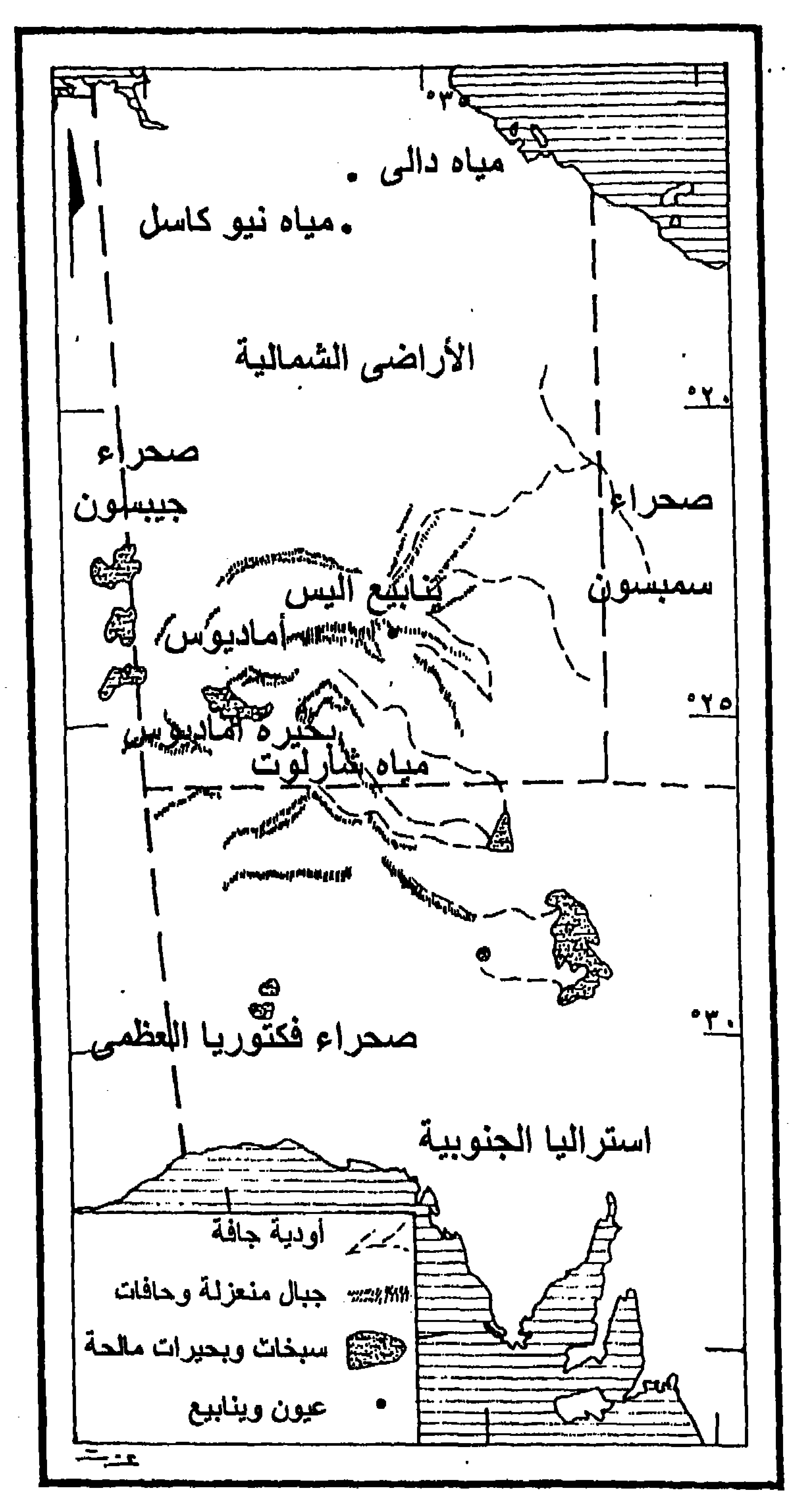
(٥) الصحراء الشمالية.

ويلاحظ أنها عروق رملية تصل إلى حد الدروع مثلما هو الحال فى صحراء سمبسون، وهى صحارى رملية تزيد مساحة كل واحدة منها حسب تقسيم ويلسون (1973, p. 86) عن ١٢٠٠ كم٢.



المـلامح الجيومورفولوجية الرئيسية للنطاق الجاف والقاحل فى قارة إستراليا

شكل (٤٠)



ملامح الارساب فى صحارى وسط وجنوب استراليا
شكل(٤١)

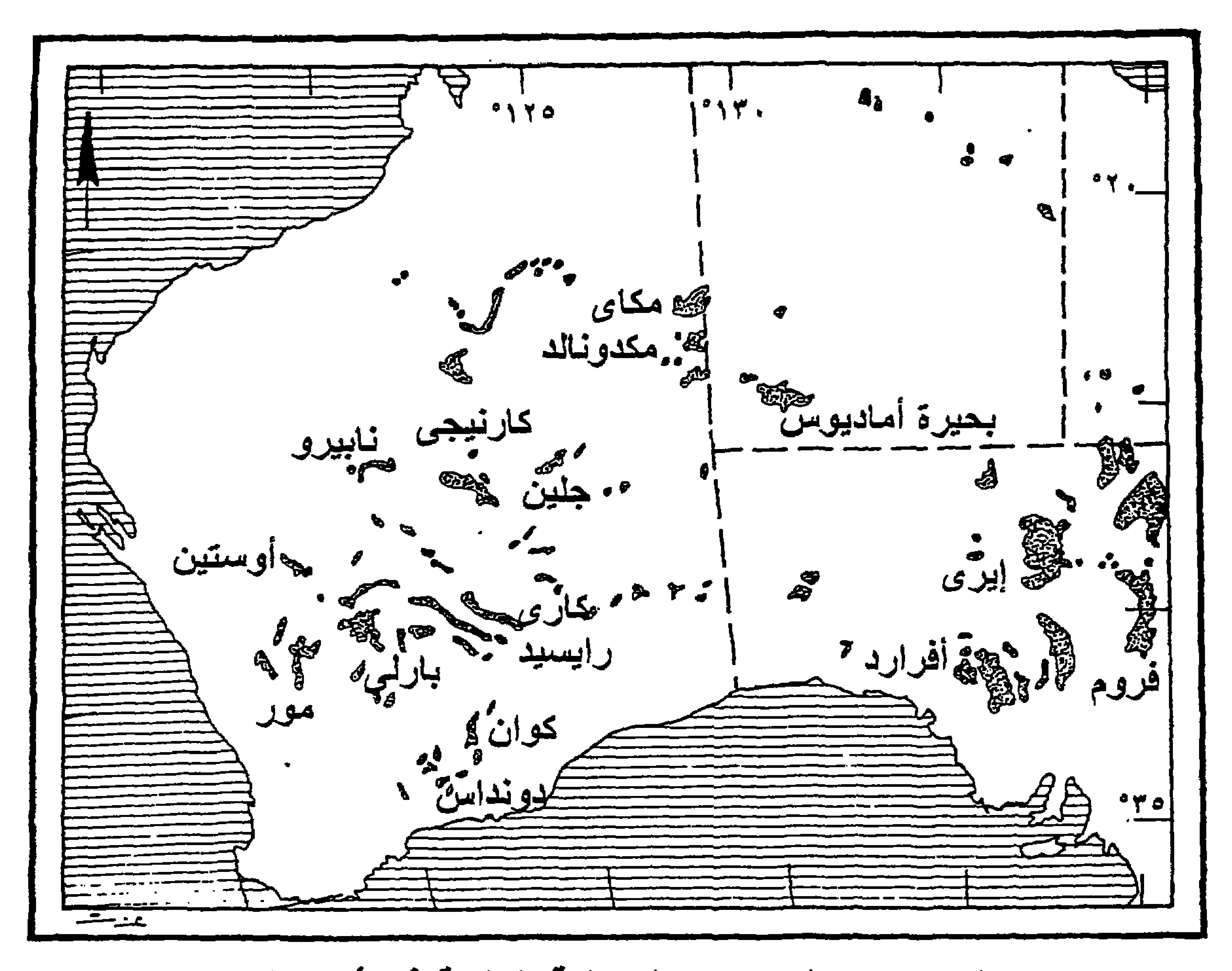
وتنتشر بصحارى استراليا مظهر الحافات الرملية فى الصحارى السابق ذكرها بالإضافة إلى النطاق حول بحيرة إيرى فى بيرد فيل، وهى حافات غير منتظمة، والمسافة بين كل حافة وأخرى تبلغ ١/٤ ميل، وطول الحافة الواحدة يصل إلى مئات الأميال، بعضها مثبت بالنبات الطبيعى (Madigan, 1936, p. 223) واتجاهاتها ما بين ١٥° شمال شرق و١٥° جنوب شرق وهذا يتفق مع الاتجاه العام للرياح الدائمة والقادمة من الجنوب الشرقى (Clapp, 1926, p. 222).

ومع الجفاف الشديد الذى تشهده المناطق الداخلية فى استراليا إلا أنه يُوجد بها مظهر البلايا، والتى تعرف بعدة مسميات هناك، فالبعض يستخدم لفظ بحيرة البلايا Playa Lake، والبعض الآخر يستخدم لفظ بركة أو بحيرة صغيرة pan للإشارة إلى البلايا فى حين يستخدم نيل Neal لفظ بحيرة طينية Clay pan (Shaw & Thomas, 1997, 295) وهو من رواد العالم فى دراسة البلايا فى النصف الثانى من القرن العشرين.

ويوجد مظهر إرسابى مميز ينتشر داخل الأراضى الاسترالية فى البيئة القاحلة، والمناطق التى تتعرض للجفاف أيضاً، صحراوية كانت أم سهول ومناطق تلال، وهو مظهر المستنقعات، حيث تتجمع المياه، ويتجسم هذا المظهر الجيومورفولوجى، وبشكل مكثف فى ولاية استراليا الجنوبية حيث توجد سبختى : إيرى، وأفراد أكبر مساحة، وفى استراليا الشمالية حيث توجد بحيرة أماديوس (شكل ٤١) غربى صحراء سمبسون، أما فى استراليا الغربية إلى الغرب منهما فهناك العديد من السبخات وإن كانت الواحدة منها أقل مساحة عن السابقة والتى من أمثلتها: جلين، نابيرو، كارى، بارلى، مور كما فى شكل (٤٢).

وتتميز هذه السبخات بأن :

(أ) بعضها تمثل نهايات للأودية الجافة ولذا تكونت بفعل عامل سطحى.



السبخات والبحيرات الداخلية الملحة فى أستراليا
شكل (٤٢)

(ب) بعضها تمثل مصبا لمياه جوفية تظهر علي السطح فى شـكل عيـون ولـذا تكونت بفعل عامل جوفى.

(ج) بعضها يأخذ الشكل شبه المربع، وأخرى تأخذ شكلا طولياً، ومجموعة ثالثـة تأخذ شكلا إصبعياً.

(د) الغالبية العظمى منها تتكون فى نطاق فلكى بين خطى عـرض ٢٠ – ٣٠ ° جنوباً وهى العروض الجافة (الصحراوية الحارة).

الفصل السادس

سمات مناخ الأراضى

الجافة والقاحلة

سمات مناخ الاراضى الجافة والقاحلة

تتصف الأقاليم القاحلة والأراضى الجافة بسمات مناخيــة ســواء التطــرف الحرارى، او قلة الأمطار وتذبذبها، ورياح محلية، محملة بالأتربة، كمــا ان لهــا صفات خاصة بالتبخر، ويمكن عرض كل هذه السمات فى قارات العالم.

الخصائص الحرارية

تتميز الصحارى الحارة بخصائص مناخية خاصة بها مــن حيــث عناصــر المناخ المختلفة، فهى تضم أعلى متوسط شهرى للحرارة فى صحارى العالم والتى تبلغ ٣٧°م لأعلى الشهور حرارة فى السنة وتمثل هذه القيمة شمال أفريقيا (Petrov, 1976, p.116) كما أنها تضم أغلب القيم العالية للمتوسط الشهرى للشهور المرتفعة الحرارة فى العالم، سواء فى استراليا (٣١°م) أو شبه الجزيرة العربية (٣٣°م).

أولاً : الحرارة فى النطاق القاحل Arid والصحارى :

يمكن عرض السمات الحرارية فى كل من النطاق القاحل Arid وشبه القاحل حيث تمتد الصحارى من جهة، وفى النطاق الجاف dry من جهة أخرى. وإذا بدأنا بالتعرف على السمات الحرارية لنطاق الصحارى وأشباه الصحارى فى العالم فإنه يمكن التمييز بين كل من :

أ- الصحارى الداخلية.

ب- الصحارى الساحلية.

(أ) حرارة الصحارى الداخلية :

يمكن أن نأخذ محطات مناخية ومواقع ممثلة لهذا النوع من الصحارى كمــا هو موضح بجدول (١٨)، ففى **قارة آسيا** نجد أن معظم أراضى الهنــد حراراتهــا مرتفعة (ما بين ٢٥-٢٧,٥°م). وإذا أخذنا محطة جايسلمر Jaisalmer والتى تمثــل أكبر مدينة فى صحراء راجستان (وصحراء ثار) شمال غرب الهنــد وفــى قلــب

النطاق القاحل هناك، نجد أن أقصى درجة حرارة سجلت بها هى فى فصل الصيف وتبلغ ٤٠°م. ومع انها مرتفعة الحرارة إلاّ أننا نجدها فى الرياض – بقارة آسيا أيضاً بالسعودية – يُسجل متوسط درجة الحرارة العظمى بها فى محطة المطار القديم بالقرب من حَىّ البطحاء ٣٨,٢°م وهى قيمة مرتفعة أيضاً. وفى **قارة أفريقيا** نجد أن متوسط الحرارة العظمى بمدينة القاهرة يقل إلى ٢٧,٨°م، وفى صحراء الجزائر بمدينة تميمون ٤٣,٨°م (شطا، ١٩٩٤، ص ٣٧٧).

وإذا انتقلنا إلى **أمريكا الشمالية** لنأخذ صحارى جنوب وجنوب غرب الولايات المتحدة نجد أن محطة بليث ممثلة لصحراء أريزونا وتقع على نهر كلورادو على خط عرض ٣٠َ ٣٣° شمالاً أعلى حرارة سجلت كانت فى أغسطس وبلغت قيمة متوسطها ٣٣,٥°م، بينما فى صحراء موهاف (فى محطة بارستو) سجلت ٢٩,٥°م، وفى وادى الموت فى شرق صحراء موهاف يرتفع متوسط أعلى درجة حرارة شهرية وتكون فى يوليو إلى ٣٣°م، كما فى شكل (٤٣).

أما فى أمريكا الجنوبية فإن الصحراء الداخلية يمكن أن تمثلها الصحراء الجبلية فى الداخل، فى المناطق الواقعة اقصى غرب البرازيل عند الحدود مع بوليفيا وبيرو، وتمثلها محطة فلوريسنشيا Florescencia على خط عرض ٠٤َ ٠٩° جنوبا. وقد سجلت متوسط أعلى درجات الحرارة الشهرية ٣٣°م.

وفى استراليا يلاحظ أن نحو ٨٠% من أراضى استراليا يرتفع المعدل اليومى للحرارة العظمى فى السنة عن ٢٧°، وأن المناطق الصحراوية بها تتراوح درجة الحرارة هناك بين ٢٧-٣٢°م. وقد سجلت قيمة متوسط حرارة أعلى الشهور فى منطقة مياه شارلوط (وهى صحراوية داخلية شديدة القحولة) ٢٩,٧°م.

وفى عملية تقييم الحرارة العظمى فى مناطق الصحارى الداخلية يمكن ان نستنتج عدة ملاحظات وحقائق :

(١) أن درجة الحرارة فى الصحارى مرتفعة بشكل عام سواء كانت الصحراء فى

نصف الكرة الشمالى مثل راجستان (ثار) أو فى شبه الجزيرة العربية وشمال أفريقيا، أو فى نصف الكرة الجنوبى مثل الصحارى الجبلية فى الوسط الشمالى لأمريكا الجنوبية، وصحراء وسط وغرب استراليا .

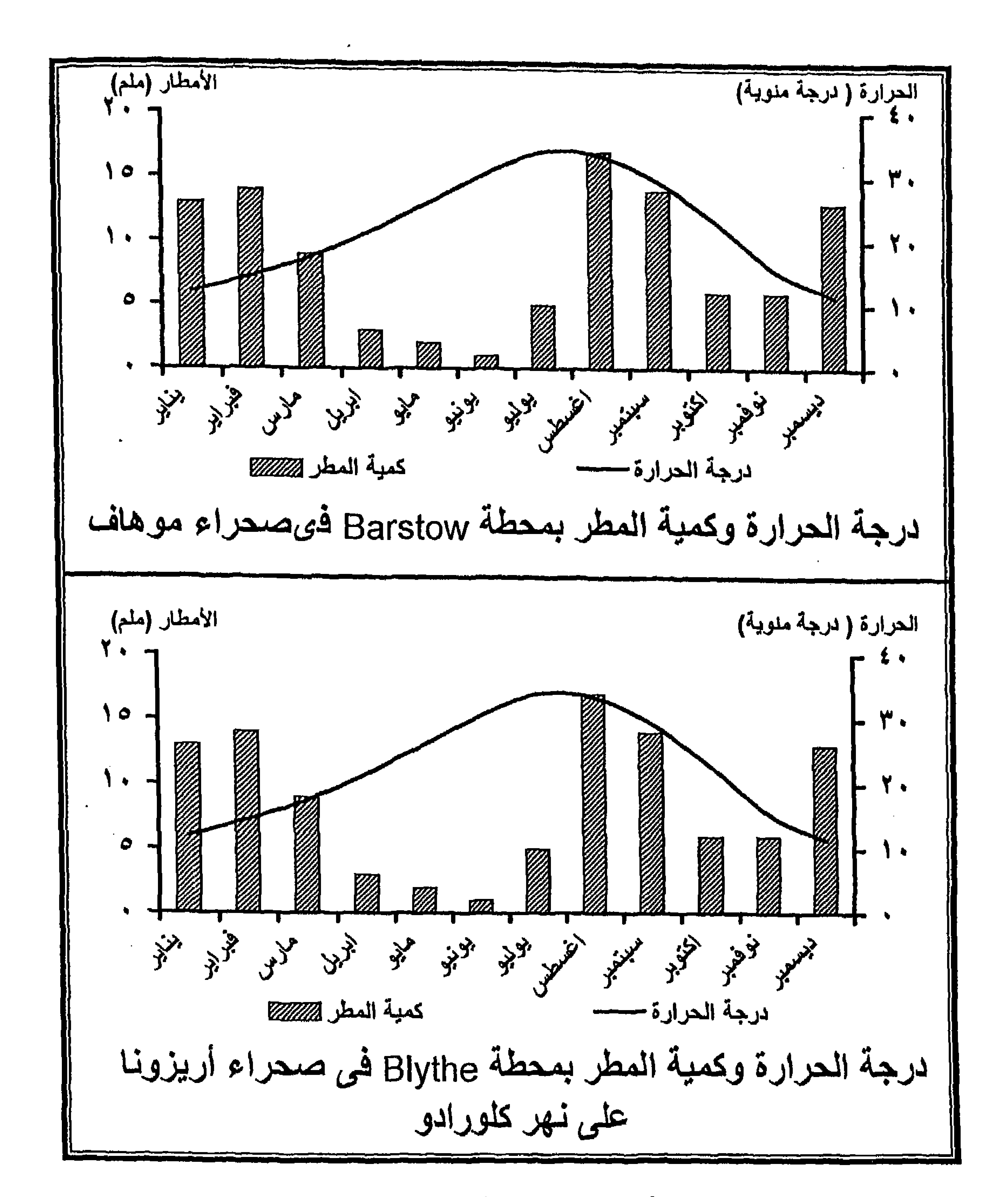
(٢) أن درجة الحرارة تكون عالية بسبب الجفاف من جهة حيث أن الأمطار تخفض من درجة الحرارة إذا سقطت فى مناطق مرتفعة الحرارة، وهى مرتفعة أيضاً بسبب الفقر النباتى، وندرته فى البيئات الصحراوية.

جدول (١٨)

قيم متوسط أعلى درجة حرارة فى مناطق الصحارى الداخلية فى قارات العالم

م	القارة	الدولة	المحطة المناخية	خط العرض بالدرجة	متوسط أعلى درجة حرارة بالمئوى
١	آسيا	الهند	جايسلمر	٢٧ ش	٤٠
٢		السعودية	الرياض	٢٥ ش	٣٨,٢
٣	أفريقيا	مصر	القاهرة	٣٠ ش	٢٧,٨
٤		الجزائر	تميمون	٢٩ ش	٤٣,٨
٥	امريكا اشمالية	الولايات المتحدة	بليث	٣٠ ٣٣ ش	٣٣,٥
٦		الولايات المتحدة	بارستو	٣٠ ٣٤ ش	٢٩,٥
٧	امريكا الجنوبية	البرازيل	فلونسنشيا	٩ جـ	°٣٣
٨	استراليا	استراليا	مياه شارلوط	٢٥ جـ	٢٩,٧

(٣) أن درجة الحرارة العظمى فى المناطق القاحلة وشبه القاحلة تتراوح بشكل عام ما بين ٢٨ – ٤٤ ° مئوية وهى قيم مرتفعة ويرجع ذلك إلى الاسباب شائعة الذكر من ندرة النبات وانكشاف السطح ونقص المطر، إضافة إلى القارية المناخية التى تتسم بالتطرف الحرارى.



درجة الحرارة وكمية المطر بمحطة Barstow فى صحراء موهاف

درجة الحرارة وكمية المطر بمحطة Blythe فى صحراء أريزونا على نهر كلورادو

الحرارة و المطر فى بعض مناطق صحارى الولايات المتحدة

شكل (٤٣)

(٤)لوحظ أن درجات الحرارة العظمى تقل بالابتعاد عن خط الاستواء فى النطـاق من ١٠-٢٥ ° جنوبا، ولكنها تزيد بالابتعاد عن خط الاستواء فى نصف الكرة الشمالى فى النطاق ٢٥-٣٠° شمالاً بسبب الظروف القارية واتساع الصحارى فى أفريقيا وآسيا وأمريكا الشمالية (جنوب وجنوب غرب الولايات المتحدة) ثم يحدث انقلاب عكسى بحيث أن قيم أعلى درجات الحرارة فى السنة تبـدأ فـى التناقص من ٣٠° - ٣٥° شمالاً وقد يكون السبب فى هـذه الحالـة الأخيـرة عوامل تضاريسية حيث تقع محطة بارستو بالولايات المتحدة على حـضيض جبل أورد ord وهو بارتفاع ١٩٢٣ متر، بينما محطة بليث تقع بـين منـاطق جبلية تزيد عن الـ ١٠٠٠ متر، حيث يحدها مـن الـشمال الغربـى جبـال الجرانيت، ومن الجنوب الشرقى جبال القبة الـصخرية .Dom Rock M ممـا يخفض نسبياً من درجات الحرارة بالارتفاع، فى هـذه البقعـة الـصحراوية، ويظهر كل ذلك إذا أعدنا ترتيب المحطات المناخية حـسب مواقعهـا الفلكيـة وبشكل متدرج من خط الاستواء نحو القطب الجنوبى من جهة، ثم ترتيبها مـن خط الاستواء وبالاتجاه نحو القطب الشمالى من جهة أخرى.

- **المتوسط السنوى للحرارة :**

يظهر من جدول (١٩) أن المتوسط السنوى للحرارة فى مناطق الـصحارى الداخلية مرتفع بشكل واضح ومثير، فنادراً ما يقل المتوسط عن ٢٠°م كما فى حالة محطة بارستو جنوب غرب الولايات المتحـدة، ولهـذا فـإن الغالبيـة العظمـى للمتوسطات السنوية تزيد عن ٢٠°م، وتتراوح أغلبها بين ٢٠ - ٣٠° وعلى وجـه الدقة بين ١٩-٢٧° وهى تمثل بذلك قيماً مرتفعة للغاية.

- **المدى الحرارى السنوى :** يوضح الجدول (١٩) أن المدى الحرارى السنوى يتفاوت من مكان لآخر فنجده يقل فى الصحارى الجبلية الداخلية القريبة من خط الاستواء كما فى فلونسشيا إلى ١٢°م وهى على خط عرض ٩° جنوبا بينما يزيد فى الرياض إلى ٢٣° م وفى الهند فى جايسلمر إلى ٢٤°م فى صحراء

جدول (١٩)

الخصائص الحرارية للصحارى الداخلية

المحطة	المتوسط والمدى الحرارى السنوى لمناطق الصحارى الداخلية					
	فلورنشيا	الرياض	جايسملر	القاهرة	بليث	بارستو
المتوسط السنوى م°	٢٦,٥	٢٦,٦	٢٢	٢١,٨	٢٢,٤	١٨,٨
المعدل الحرارى السنوى	١٢	٢٣,١	٢٤	١١,٩	٢١,٥	٢٠,٥

راجستان، وفى جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية يدور حول ٢١° (٢٠,٥ ، ٢١,٥م) . أما القاهرة فتقع على الهامش الصحراوى وتتأثر بمناخ البحر المتوسط نسبياً ولذا فإنه فى حدود ١٢° م.

الصحارى الساحلية :

تتميز درجات الحرارة فى مناطق الصحارى الساحلية بعدة صفات يمكن أن نوجزها على النحو التالى :

(١) أن درجة الحرارة العظمى قد تقل إلى ٢٠°م كما فى شيلى وقد تزيد إلى الضعف كما فى حالة مدينة جدة والسبب وجود تيار بيرو البارد الذى يخفض من درجة الحرارة فى البيئات الساحلية، بينما فى حالة جدة فإن حوض البحر الاحمر يعتبر حوض شبه مغلق وتختفى منه مثل هذه التيارات.

(٢) تتجانس الحرارة الصغرى بحيث تتراوح بين ١٦-١٩°م فى فترات الشتاء الشمالى أو الشتاء الجنوبى (حيث تقع شيلى).

(٣) يكاد يتقارب المتوسط السنوى الحرارى فى شيلى ومصر بينما يزيد فى السعودية، وهو بشكل عام بين ١٨-٣٠°م.

(٤) يتفاوت ويختلف المدى الحرارى حيث يقل إلى أدنى حد (٤°م) فى صحراء شيلى، بينما يزيد فى السعودية غربًا إلى ٢١,٢°م، حيث القرب من خط الاستواء ودفئ الشتاء.

جدول (٢٠)

الصفات الحرارية لبعض محطات الصحارى الساحلية (بالمئوى)

الموقع الفلكى	الدولة	المحطة	الحرارة العظمى	الحرارة الصغرى	المتوسط	المدى	ملاحظات
٢٠ حـ	شيلى	أكيكى	٢٠	١٦	١٨	٤	تيار بارد
٣٠ ٢١ش	السعودية	جدة	٤٠,٢	١٩	٣٠	٢١,٢	قرب الاستواء
٣٠ش	مصر	السويس	٢٨,٦	١٧,٨	٣٢,٢	١٠,٨	البعد عن الاستواء

مصدر القيم الأصلية عن Petrov ١٩٧٦ ومحمود ٢٠١٠، وزارة الاقتصاد والتخطيط، السعودية وباقى الحسابات من عمل المؤلف.

(٥) بمقارنة متوسط أعلى درجة حرارة فى الصحارى الساحلية وهى من ٢٠-٤٠°م بتلك التى سجلت فى الصحارى الداخلية وهى ٢٧,٨ – ٤٣,٨°م نجد أنها تزيد بذلك بشكل عام فى الصحارى الداخلية عنها فى الصحارى الساحلية.

(٦) يلاحظ أن المدى الحرارى يزيد كلما كان الموقع داخلياً. فقد أشار بتروف (Petrov 1976) أن المدى الحرارى فى الصحارى الداخلية يبلغ ١٦-٣٢°م فى الصحارى الحارة والمعتدلة، بينما يقل إلى أدنى حد ممكن له فى الصحارى الساحلية بحيث قد لا يزيد المدى عن ٤-٦°م فى جنوب غرب أفريقيا وعلى الساحل الغربى لأمريكا الجنوبية.

ثانيًا : الحرارة فى النطاق الجاف dry :

تتفاوت درجات الحرارة فى المناطق التى تتعرض لأحداث الجفاف، حيث تتوزع المناطق المطيرة التى تقل فيها الأمطار فى بعض السنوات مسببة بذلك حالات جفاف فى المناطق الحارة حيث نطاق السافانا ومناطق الأمطار الموسمية الصيفية، ومناطق الاستبس (المعتدل)، وفى المناطق المعتدلة سواءً أقاليم حوض

البحر المتوسط أو الإقليم الصينى.

وتطبيقاً لذلك فإنه قد تم اختيار ١٤ محطة مناخية ممثلة، فى الهند وتشاد، والولايات المتحدة والبرازيل واستراليا، كما هو موضح فى جدولى (٢١، ٢٢) لدراسة الظروف الحرارية فى المناطق الجافة dry.

ففى الأقاليم التى تتعرض لأحداث جفاف فى نطاق الحشائش، ومنها السافانا نجد أن الحرارة قد يرتفع متوسط أعلى درجة حرارة إلى ٣٥,٧°م فى نجامينا فى تشاد، ولا يقل متوسط أدنى حرارة عن ٢٠°م، والمدى الحرارى يكون مرتفعاً نسبياً ويصل إلى نحو ١٥°م، والمعدل السنوى للحرارة ٢٣,٦°م.

وفى الهند تبلغ قيم أعلى وأدنى متوسط فى محطاتها بين ٣٢-٢٢°م والمدى فى حدود ١٠°م والمعدل السنوى مرتفع ويصل ٢٦°م والحرارة عادة تكون أشد ارتفاعاً فى شهر أبريل ولكنها تنخفض فى الصيف نسبياً حيث أن سقوط المطر الموسمى الصيفى يعمل على تخفيض درجة الحرارة.

وفى البرازيل – وهى ممثلة لقارة أمريكا الجنوبية حيث تم فحص بيانات ٥ محطات مناخية – نجد أن متوسط أعلى درجات الحرارة يكون كبيراً ويتراوح بين ٢٤-٣٠°، وإن كان متوسط أدنى درجة حرارة يقل إلى ١٤-٢١°م وبذلك يقل المدى الحرارى بين ٨ – ١٢°م ومن هنا فإن المعدل السنوى للحرارة أيضا يكون مرتفعا ويكون بين ٢٢-٢٨°م وهى قيم تبدو مرتفعة أيضا. وفى لوس انجلس بالولايات المتحدة الأمريكية يكون المعدل السنوى للحرارة ١٨°م حيث المناخ يكون من نوع البحر المتوسط، ومتوسط الحرارة العليا ٢٢°م والدنيا ١٢°م.والمدى يبلغ ١٠°م .

جدول رقم (٢١)

المواقع الفلكية والجغرافية للمحطات المدروسة

الدولة	الموقع الجغرافى والمناخى والنباتى	اسم المحطة	خط العرض	خط الطول	منسوب السطح
تشاد		نجامينا			
الهند	استبس جاف	جودبور	١٨. ٢٦°	٠٠ ٧٣°	٢٢٤ م
	مدارى حار	كوينباتور	٠٢´ ١١°	٠٣´ ٧٧°	٣٩٨م
	موسمى حار فى الوسط الجنوبى	احمد اباد	٠٤´ ٢٣°	٣٨´ ٧٢°	٥٤ م
الولايات المتحدة		لوس انجلس	٠٣´ ٣٤°	١٤´ ١١٨°	٧٨ م
البرازيل	موسمى (معتدل)	بترولينا	٢٣´ ٠٩°	٣٠´ ٤٠°	٣٧٥م
سافانا فقيرة	على نهر ساوفرانسسكو	برازيليا	٥٢´ ١٥°	٥٦´ ٤٧°	١٠٦٠ م
	هضبى فى الداخل أو متوسطة	ريودى جانيرو	٤٩´ ٢٢°	١٥´ ٤٣°	٦ م
	موسمى شرق القارات	ساوباولو	٣٧´ ٢٣°	٣٩´ ٤٦°	٨٠٢ م
	موسمى شرق القارات	سانتا ماريا	٤٣´ ٢٩°	٤٣´ ٥٣°	٨٥ م
	موسمى شرق القارات + صينى				
استراليا		بروكن هل	٠٠ ٣٢°	١٥´ ١٤١°ق	
		واجا واجا	١٠´ ٣٥°جـ	٤٠´ ١٤٧ق	
		هاى	٥٢´ ٣٤° حـ	٥٠´ ١٤٤ق	
		نيل	٣٠´ ٣٦°حـ	٤٠´ ١٤١ ق	

جدول رقم (٢٢)

الخصائص الحرارية لمحطات المناطق المطيرة والتى تتعرض لأحداث الجفاف بالدرجة المئوية ولفترة تتراوح بين ٥٠ -١٠٠ سنة باختلاف المحطات (بالمئوى)

الدولة	اسم المحطة	متوسط أعلى درجة حرارة	متوسط ادنى درجة حرارة	المدى الحرارى	المعدل السنوى للحرارة	أعلى متوسط عام للحرارة الشهرية ٥م	
تشاد	نجامينا	٣٥,٧	٢٠,٤	١٥,٣	٢٣,٦	٤١	ابريل
الهند	جودبور	-	-	-	٢٦	٣٤	يونية
	كوينباتور	٣١	٢٢	٩	٢٦	٣٠	ابريل
	احمد اباد	٣٢	٢٢	١٠	٢٧	٣٣	مايو
الولايات المتحدة	لوس انجلس	٢٢	١٢	١٠	١٨	٢٧	اغسطس
البرازيل	بترولينا	٣٢	٢١	١١	٢٦	٢٧	ربيع وخريف
	برازيليا	٢٧	١٥	١٢	٢١	٢٢	اغلب السنة
	ريودى جانيرو	٣٠	٢٠	١٠	٢٥	٢٨	يناير وفبراير
	ساوباولو	٢٤	١٦	٨	٢٠	٢٣	يناير حتى مارس
استراليا	سانتا ماريا	٢٥	١٤	١١	١٩	٢٣	ديسمبر ويناير
	بروكن هل	٣٢,١	٦,١	٢٦	٢١	٤٢,٢	يناير
	واجا واجا	٢٩,١	٤	٢٥,١	١٨,٩	٣٩,٧	يناير
	هاى (ميلرستريت)	٣١,٨	٥,٤	٢٦,٤	٢٠,٧	٤١,٦	يناير
	نيل NHill	٣٢,٢	٦,١	٢٦,١	٢١	٤١,٢	يناير

وفى استراليا كما هو فى جدول (٢٢) يلاحظ ارتفاع متوسط أعلى درجات الحرارة بشكل ملفت بحيث تتراوح بين ٢٩ - ٣٢,٢° م ولكن متوسط أدنى درجات الحرارة يكون أيضاً منخفضاً بشكل ملفت بحيث تتراوح بين ٤ - ٦,١°م فقط ولهذا يسجل المدى الحرارى بها أعلى القيم كما فى الجدول (٢٢)، وتتراوح بين ٢٥- ٢٦,٥°م. ويلاحظ أن أعلى درجات الحرارة شهوراً فى السنة هو يناير حيث

الصيف الجنوبى (الشتاء الشمالى).

ومن خلال تتبع الموجات الحرارية القاسية المرتفعة سنوياً فى استراليا منذ منتصف القرن العشرين حتى العقد الأول من القرن الحادى والعشرين (١٩٧٠-٢٠٠٩) لمدة ٤٠ سنة وجد أن هذه الموجات يزيد تكرارها فى صحراء سمبسون والنطاق الشرقى والجنوبى الشرقى والنطاق الغربى وتتراوح بين ٣-٧ أيام / كل ١٠ سنوات فى معظم أرجاء استراليا.

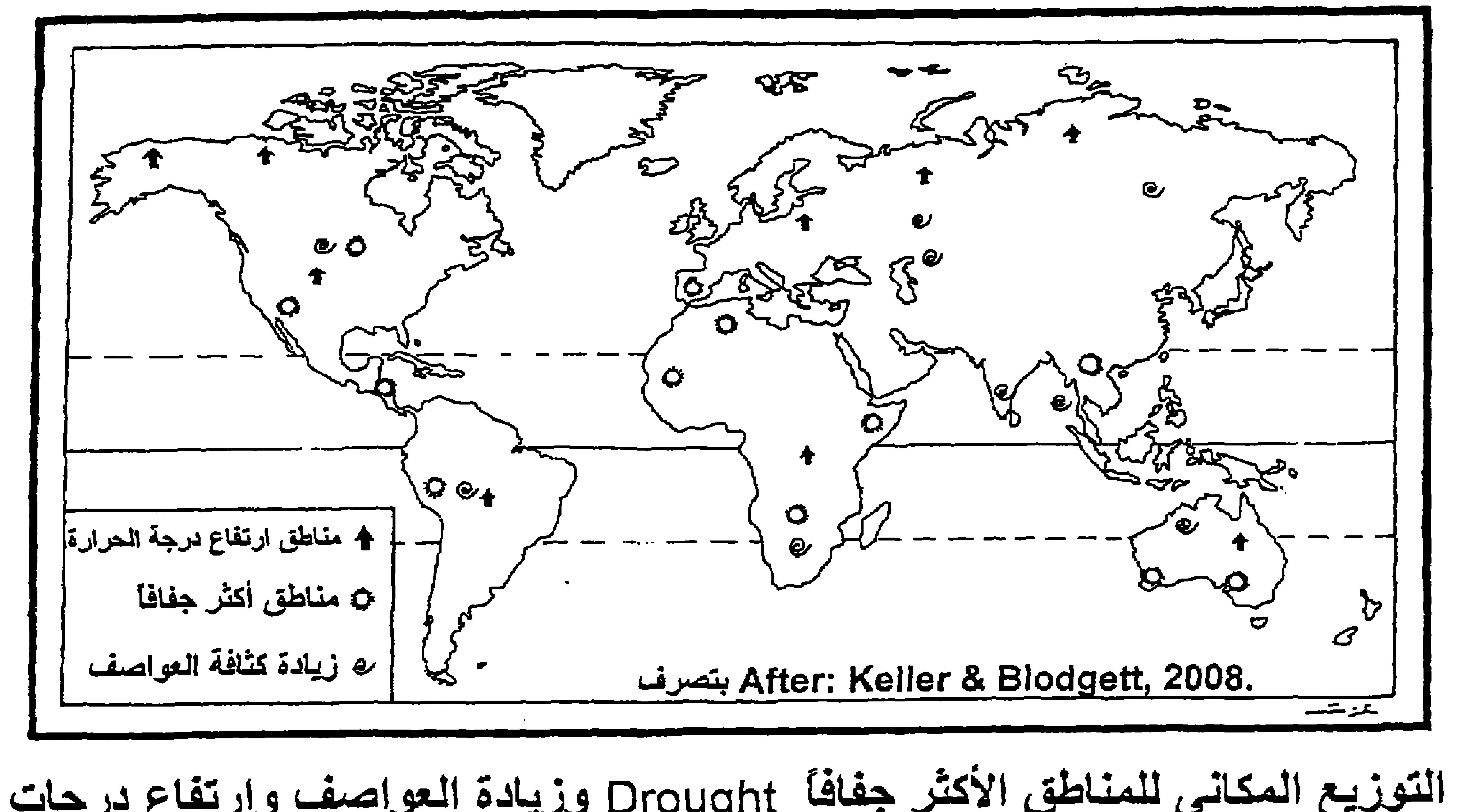
وهكذا يبدو أن أعلى الحرارة تكون فى الصيف بشكل عام سواء الصيف الشمالى أو الصيف الجنوبى، وأن أدنى درجات الحرارة فى السنة تكون فى الشتاء الشمالى أو الشتاء الجنوبى، حيث تشتد الحرارة صيفاً وتنخفض بشدة شتاءً ويصبح بذلك المدى الحرارى بها كبير للغاية.

وبشكل عام تم رصد المناطق التى حدث بها ارتفاع درجات الحرارة فى العالم وهى فى شكل (٤٤) على النحو التالى : فى شمال آسيا، شرق أوربا، وسط أفريقيا، شمال وشمال غرب أمريكا الشمالية، والسهول الوسطى بالولايات المتحدة، النطاق الجبلى وسط أمريكا الجنوبية، وفى الوسط الشرقى فى استراليا.

خصائص المطر فى الأراضى الجافة والقاحلة :

فى دراسة المطر هنا سوف تكون التعرف على :

- أعلى كمية مطر فى الفترة.
- أقل كمية مطر فى الفترة.
- المتوسط العام للمطر.



التوزيع المكانى للمناطق الأكثر جفافاً Drought وزيادة العواصف وارتفاع درجات الحرارة في العالم

شكل (٤٤)

أولاً : المطر فى المناطق القاحلة والصحارى :

(١) الصحارى الداخلية :

تتميز الصحارى الداخلية بندرة المطر. ففى صحراء الهند فى راجستان يدور التساقط حول ٢٠٠ ملليمتر، وفى السعودية فى حائل متوسط التساقط للفتـــرة ٧٥-١٩٨٨ وصلت ١٣٨,٨ ملليمتر، ولم يزد المتوسط فى القاهرة عن ٢٤,٥ ملليمتر. وفى الصحراء البرازيلية الجبلية وسط أمريكا الجنوبية سجل المطر إنخفاضا إلـــى ٢٠ ملليمتر، وفى أمريكا الشمالية كانت أدنى القـــيم المطريـــة فـــى الـــصحارى وتراوحت بين ٨ – ٩ ملليمترات كما فى جدول (٢٣).

جدول (٢٣)

قيم المطر فى مناطق الصحارى الداخلية فى قارات العالم بالملليمتر

م الفترة	القارة	الدولة	المحطة المناخية	متوسط التساقط	أعلى تساقط	أدنى تساقط	أعلى الشهور فى الفترة	
	آسيا	الهند	جايسلمر	٢١٩	–	–	٩٠	يولية
		السعودية	حائل	١٣٨,٨	٣٢٤,٩	٣٣,٤		
١٩٨٨/٧٥	افريقيا	مصر	القاهرة	٢٤,٥	–	–		
	أمريكا الشمالية	الولايات المتحدة	بليث	٨,٦	–	–		
		الولايات المتحدة	بارستو	٩,٢	–	–		
١٢ سنة	امريكا الجنوبية	البرازيل	فلورنسشيا	٢٠	–	–	٢	يناير
	استراليا	–	–	–	–	–		[illegible]

القاهرة فقط عن محمود عبد الفتاح ٢٠١٠، والباقى من تجميع المؤلف.

وبهذا يتضح قلة التساقط فى الصحارى الداخلية بشكل عام.

ويلاحظ أنه حتى فى داخل المناطق القاحلة فى المحطة الواحدة تتفاوت أحوال التساقط فى فترته وفى كميته. فقد وصلت نسبة أقل قيمة فى حائل إلى أعلى قيمة مطر ١ :١٠٠ وهذا يظهر التفاوت الكبير فى التساقط السنوى.

والصحارى المعتدلة تشبه إلى حد كبير الصحارى الحارة فى قلة كمية التساقط السنوى من الأمطار والتى تتراوح فى المحطات المناخية المختلفة ما بين ٣٨ – ١٣٥ ملليمتر، وهى فى ذلك لا تقل فى جفافها وقحولتها عن الصحارى الحارة.

وبناءً على هذا التفاوت المطرى جاء تيفى (Tivy, 1993, p.232) بتقسيمه وتصنيفه للأراضى القاحلة إلى درجات حسب كمية التساقط وهو على النحو التالى:

جدول (٢٤)

تقسيم تيفى الكمى لدرجات وحدود الجفاف والقحولة

الصفة	الحدود	كمية المطر بالملليمتر
قاحلة	العليا	٣٠٠ – ٤٠٠
	الوسطى	٢٠٠-٣٠٠
	الدنيا	١٠٠-٢٠٠
شديدة القحولة	العليا	٥٠ – ١٠٠
	الوسطى	٢٠ – ٥٠
	الدنيا	صفر – ٢٠

وحسب الحدود السابق ذكرها والقيم المحددة فإن الصحارى الحارة تعتبر شديدة القحولة أو تكون قاحلة، ولكن يغلب عليها أنها شديدة القحولة حيث أن ٤

محطات تتسم بصفة شديدة القحولة فى جدول (٢٤) بينما توجد محطتان من درجات التصنيف من نوع القاحلة فقط (فى الهند والسعودية : وهما جايسلمر وحائل).

ولا يقتصر الأمر فى المناطق الجافة والقاحلة على قلة أو ندرة الأمطار فقط، وإنما يتعداه إلى تذبذب سقوط الأمطار أيضاً ، وتوزعه على فترات زمنية متباعدة، وقلة الكمية الساقطة فى كل رخة من رخات المطر. لذلك نجد أن ما يسقط فى صحراء جوبى فى اليوم الممطر الواحد ٤,٥١ ملليمتر ، وفى صحراء شمال أفريقيا ٣,٨٣ مم، وفى كلهارى ٩,٥٥ ملليمتر، وفى الإقليم الجاف فى بتاجونيا بالأرجنتين ٥,٤١ مم (Smith & Warke, 1997, P. 30) ، وهذا يدل على وجود تفاوت كبير فى نظام التساقط السنوى والشهرى بالمناطق المختلفة قيد الدراسة. ولما كان التفاوت أو مقدار التغير فى التساقط فى المناطق المختلفة قيد الدراسة لايتعدى ٥٠% عن المعدل سواء بالزيادة أو النقصان ، لذا نجد أن مقدار التفاوت فى بعض المحطات المناخية بالمملكة العربية السعودية والتى تبلغ ٨١,٣% فى المدينة المنورة، وفى جدة ٨٣% وفى ينبع ١٣٣% ، (طلبة ٢٠٠٢، ص ص ١١٠- ١١٢) تعكس التفاوت الشديدة لكميات التساقط فى أرجاء واسعة بشبه الجزيرة العربية .

(٢) الصحارى الساحلية :

يلاحظ من جدول (٢٥) أن الصحارى الساحلية قليلة التساقط، فأعلى التساقط يتراوح بين ١٠٠ – ٢٠٠ ملليمتر/ السنة، وأدنى قيم التساقط تنخفض بدرجة كبيرة لدرجة انعدام المطر فى بعض السنوات وتسجيله قيمة صفرية. ويتراوح المتوسط العام للتساقط بين ١٥ – ٨٥ ملليمتر. وهى قيم تنخفض بدرجة كبيرة وبشكل واضح.

ولما كانت نسبة أقل قيمة مطر إلى أعلى قيمة مطر عبر فترات طويلة من السنوات قد وصلت فى جيزان ١ : ٣٦ فإن هذا يعكس التذبذب الشديد والواضح فى سقوط المطر.

جدول (٢٥)

خصائص المطر فى بعض محطات الصحارى الساحلية بالمليمتر

الدولة	المحطة	أعلى قيمة	أقل قيمة	متوسط التساقط
السعودية	جدة	١٠٧,٤	صفر	٣٣,٧
	جيزان	١٩١	٥,٢	٨٤,٩
مصر	السويس	-	-	١٦,٤

البيانات الأصلية مجمعة عن وزارة الاقتصاد والتخطيط بالسعودية، ومحمود ٢٠١٠، ومعالجة المؤلف.

ولا تشذ الصحارى والمناطق الساحلية الجافة عن الصحارى القارية فى قلة وندرة المطر، حيث نجد أن صحراء أتكاما غرب أمريكا الجنوبية ظروفها تصبح بدون أمطار، حيث أن الساحل مرتفع نسبياً فى مقدار الرطوبة النسبية Relative humidity التى تبلغ فى اكيكى ٨١% وفى كلاما ٤٨% والسحب نسبتها عالية وتبلغ نسبة تغطيتها للسماء ٠,٧ (James, 1926). والصحارى الساحلية فى المناطق المعتدلة تنخفض فيها كمية التساقط ايضا لأبعد الحدود حيث تتراوح ٣ - ٤٣ ملليمتر فقط وتشبه فى ذلك صحراء جدة غرب المملكة العربية السعودية والسويس فى مصر، وهذا يضعها ضمن المناطق شديدة القحولة فى حدودها الوسطى والدنيا حسب الفئات التى وضعها تيفى Tivy عام ١٩٩٣.

ثانيًا : المطر فى النطاق الجاف dry :

(١) إن المناطق التى تصيبها أحوال الجفاف تتلقى كميات كبيرة من الأمطار، ولعدة شهور، وأحيانا يكون المطر معظم شهور السنة.

(٢) إن المناطق المطيرة تنتابها أحوال تقل فيها الأمطار بدرجات مختلفة فتتسبب فى حدوث أحوال جفاف تتباين درجاته بين كل موجة جفاف وأخرى.

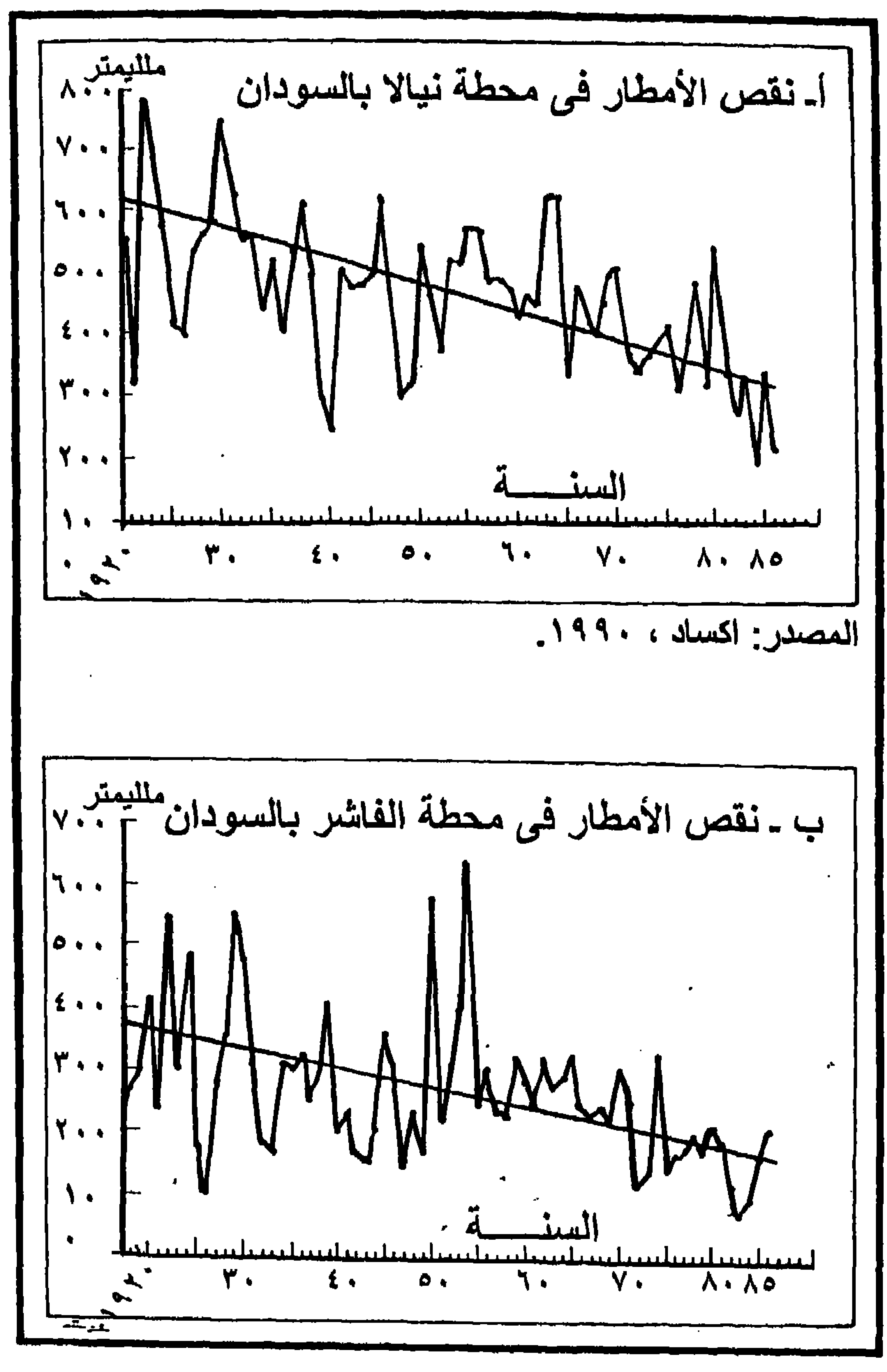
(٣) إذا أخذنا مثال من قارة أفريقيا - وهو تشاد - لتمثل أحوال المطر فى إقليم

الساحل، ويمثلها محطة نجامينا نجد أن متوسط المطر ٦٢٥ ملليمتراً، ورغم أن كمية الأمطار تبدو كبيرة فى نطاق السافانا هنا فإنه قد سجلت أقل كمية مطر فى عام ١٩٨٤ حيث قل إلى ٢٢٥ ملليمتراً، وأكبر كمية سقطت كانت ٩٩١ ملليمتراً عام ١٩٥٩. وهذا يعكس التفاوت وحدته. كما أن كميات المطر فى السودان فى محطتى نيالا والفاشر قد تناقصت بشكل عام منذ ١٩٢٠ حتى ١٩٨٥ وباتجاه المنحنى نحو التناقص وهذا يعكس شدة التفاوت شكل (٤٥).

ونجد محطتين لرصد المناخ في السودان وهما نيالا والفاشر فى الوسط الغربى للسودان قد أظهرتا معدلا متناقصا للأمطار خلال الفترة ١٩٢٠-١٩٨٥ . فقد وصل معدل التغير السنوى فى كمية الأمطار فى محطة نيالا – ٤,٥٦ ملليمتر فى السنة وفى محطة الفاشر بلغ معدل التناقص – ٢,٩٧ ملليمتر فى السنة (المركز العربى لدراسة المناطق الجافة، ١٩٩٠، ص ٢٢٤) وكان هذا سببا رئيسا فى حدوث موجات الجفاف، وظهور مشكلات التصحر التى تم التعرف عليها خلال القرن العشرين غربى السودان وفى شرقه أيضا (التركمانى ، ٢٠٠٥، ص ٩٠)

(٤)وإذا أخذنا الهند لتمثل أحوال الاستبس الحار والجاف فإنه يبدو من جدول (٢٦) أن متوسط المطر فى جودبور ٣٧٢ ملليمتر وفى أحمد أباد ٧٦٠ ملليمتر. وفى الهند يلاحظ أن معامل اختلاف المطر (الانحراف المعيارى ÷ المتوسط) × ١٠٠ يكون بشكل عام ١٥-٣٠% اى بين الجفاف العادى والخفيف. اما على مستوى المناطق والأقاليم فإنه (الاختلاف) فى محطة جوجارات فى إقليم راجستان حيث النطاق الصحراوى يزيد إلى ٥٠-٨٠%، بينما فى وسط الهند خلف جبال الغات الغربية والتى تحجز الأمطار يصل الاختلاف أو التفاوت بين ٣٠-٥٠% (Gurjat & Jat, 2008, p.260)

وإذا أخذنا إقليم الساحل للتعرف على تباين المطر به فإنه يجب ان نعرف أن لفظ ساحل اشتق من كلمة عربية محلية تعنى الحافة – حافة الصحراء، لأن موقعها الجغرافى يمثل أحد الأقاليم الأشد حرارة فى العالم وأحوالها المناخية مناخ شبه جاف semi arid ويغطى مساحة ٥ × $(١٠)^{٦}$ كم٢ أى ٥ مليون كيلو متر مربع.



نقص المطر فى بعض المحطات المناخية بالسودان
شكل (٤٥)

جدول (٢٦)

خصائص المطر فى الأقاليم الجافة فى العالم بالملليمتر

الدولة	المحطة	متوسط المطر
تشاد	نجامينا	٦٢٥
الهند	جودبور	٣٧٢
	كوينباتور	–
	أحمد اباد	٧٦٠
الولايات المتحدة	لوس انجلس	٣٥٠
البرازيل	بترولينا	٢١٠
	برازيليا	–
	ريودى جانيرو	١٠٩٠
	ساوباولو	١٣٥٠
	سانتا ماريا	١٤٦٠
استراليا	بروكن هل	٢٤٥,٥
	واجا واجا	٥٧٠
	هاى (ميلر ستريت)	٣٥١,٤
	نيل	٤٠١,١

ويتراوح متوسط المطر فى النطاق الشمالى بإقليم الساحل ١٠٠-٤٠٠ ملليمتر على طول الهامش الشمالى ومعدل سقوط المطر يتميز بعجز وتباين كبير، ويصل هذا الاختلاف أو التباين ما بين ٢٥ – ٤٠% مما يقلل من الاعتماد على المطر (Smith & Petley, 2009, p.273)

وقد أصبح نحو ١٦% من مساحة الهند عرضة للجفاف، وأصبحت كميات الأمطار ومواعيدها غير منتظمة بالمرة، وتأثرت كثير من روافد الأنهار بشبة القارة الهندية. كما أن ٧٧% من المقاطعات اصبحت الأمطار فيها أقل من ٧٥% من الكمية المعتادة فى سقوطها سنوياً (أى قلت بنسبة ٢٥% أو يزيد) وهذه

المقاطعات تضم ٣٤% من المساحة الكلية المزروعة (Gurjar & Jat, 2008, p.268)

(٥) إذا أخذنا نموذجًا آخر فى آسيا وليكن مدينة القدس نجد أن كمية المطر بها ٦٩,٣ سم (٦٩٣ ملليمتر) وعدد الأيام الممطرة فى السنة نحو شهرين (٥٩ يوما) اى بمعدل نحو ١١ ملليمتر / يوميًا. وباقى السنة جافة هذا من جهة. ومن جهة أخرى تظهر المشكلة الرئيسية فى أمطار فلسطين وهى تذبذب كميات المطر. فهناك سنوات جفاف لا يسقط فيها المطر إلا ٦٠% فقط من التساقط فى السنوات العادية، ويقل التذبذب كلما اتجهنا شمالاً ليصل إلى ٢٠% ويكون فى الأجزاء الوسطى ٣٠%، والتذبذب يكون فى مناطق السهول أكثر منه فى المنطقة الجبلية أو الهضبية.

(٦) سجلت فى الولايات المتحدة كمية الأمطار فى لوس انجلس بمتوسط ٣٥٠ ملليمتر، وتسقط هذه الكمية على مدى ٧ شهور اى بمعدل ٥٠ ملليمتر/ فى الشهر ولذا فإن التساقط اليومى يكون قليلاً حيث تتوزع ٥٠ مللم/ ٣٠ يوم. وإذا كان التساقط يتفاوت من وقت لآخر، فإنه توجد أيام أكثر مطراً من غيرها وشهور أيضاً تكون أكثر مطراً من غيرها ولذا يظهر التفاوت الزمنى فى التساقط، وكذلك التفاوت فى الكمية من عام لآخر.

هذا وقد ذكرا (Gurjat & Jat, 2008, p.267) أن كثيراً من مناطق الولايات المتحدة تقع فى قبضة الجفاف فى الوقت الحالى بسبب العجز فى كفاية الأمطار خلال الـ ٤٠ سنة الماضية، واخترق الجفاف كلورادو ونيو مكسيكو واريزونا وداكوتا وتكساس وجورجيا وكان اخطرها فى الفترة ١٩٣٠ -١٩٥٠ والتى تحول بسبب هذا الجاف ٣,٢ مليون فدان من الغابات إلى رماد وحدث عجز مائى فى المدن مثل جورجيا واتلانتا ولم يحصل السكان على المياه إلاّ ٣ أيام فى الأسبوع.

(٧) إن أحوال المطر فى قارة استراليا فى المناطق الرطبة قد اتضح من خلال تحليل بيانات ٤ محطات مناخية كما فى جدول (٢٧) أن كميات المطر قد تراوح متوسطها السنوى بين ٢٤٠-٤٠٠ ملليمتر فى مناطق شرق وجنوب

شرق وشمال شرق استراليا، وهى كميات تبدو كبيرة.

ويلاحظ أن كميات المطر تتفاوت من سنة لأخرى، ومن هنا فإن قيم الانحراف المعيارى ونسبة الاختلاف السنوى فى المحطات الأربعة جاءت على النحو التالى :

جدول (٢٧)

التحليل الكمى للأمطار فى محطات شرقى استراليا

المحطة	المتوسط السنوى مم	الانحراف المعيارى	نسبة الاختلاف
بروكن هل	٢٤٥,٥	٨٨,٥	٣٦%
واجا واجا	٥٧٠	١٤٨,٥	٢٦%
هاى	٣٥١,٤	٩٥,٨	٢٧%
نيل	٤٠١,١	٨٣,٢	٢١%

ويبدو من القيم السابقة للتحليل الكمى أن اختلاف كميات المطر من سنة لأخرى هى نسب متوسطة إلى عالية، وبالتالى يتسبب عن هذا النقص أخطار بيئية.

لهذا فإن استراليا غالبًا ما تواجه حالات الجفاف، فأراضيها ٧٥% منها صحارى. وفى نهاية القرن ١٩ وبداية القرن العشرين تعرضت استراليا لأحوال الجفاف فى الفترة ١٨٩٥ – ١٩٠٢، وبتكرار الجفاف أكثر من مرة ووصولا حتى ١٩٢٠ نقصت المساحات المزروعة (Gurjar & Jat, 2008, p.267). وواصلت أحوال نقص المطر فى فترات متقطعة حتى عام ٢٠٠٨ ، كما يظهرها شكل (١١) الذى يعكس تغير كميات المطر السنوى فى محطة هاى (هاى ميلرستريت) فى استراليا.

(٨) إن قارة اوربا لم تسلم أيضًا من أحوال الجفاف المطرى. فقد حدث جفاف فى

إنجلترا فى عام ١٨٧٥-١٩٧٦ وقلت كمية المطر إلى ٤٠% قياسًا على معدل التساقط السنوى مما أوجد أزمة مائية (Ibid, p.267).

- أن تفاوت التساقط يكون عالياً فى الوسط والوسط الشرقى والوسط الغربى والجنوب الغربى – خاصة فى الصحارى المختلفة المكونة للصحراء الاسترالية.
- يقل التفاوت فى درجات الحرارة فى استراليا نسبياً بالاتجاه نحو الشرق والجنوب الشرقى حيث يشتد التساقط ويغزر المطر، ويشبهه الحال فى الجنوب الغربى حيث ظروف المناخ الصينى فى الحالة الأولى ومناخ البحر المتوسط فى الحالة الثانية.
- يزيد التفاوت بالاتجاه من الساحل الشمالى نحو الجنوب، حيث نتجه من المناخ الاستوائى وشبه الاستوائى إلى مناخ إقليم السافانا ذو المطر الصيفى (فى نصف الكرة الجنوبى) والذى تقل كمياته بالاتجاه نحو الداخل فيشتد التفاوت فى تساقط المطر.

شدة التبخر:

نظراً لارتفاع الحرارة معظم السنة فى العروض الدنيا التى تتوزع فيها الأراضى القاحلة والصحارى الحارة والمناطق الجافة وشبه الجافة حولها ، مع قلة التساقط كما سبق الذكر ، فإن التبخر أصبحت معدلاته وكمياته تفوق كمية التساقط . وإذا أخذنا الصحارى الحارة مثلاً فى استراليا نجد أن معدل التبخر فى محطة ألىس سبرنجز يبلغ حوالى ٢٤١٣ملليمتراً (٩٥ بوصة) فى السنة وهو مقدار يبلغ نحو ١٠ أمثال التساقط من الأمطار ، ويسقط فى شمال أفريقيا نحو ٢٥ملليمتر (١ بوصة فقط) بينما التبخر يبلغ ٥٥ بوصة (والطون ، ١٩٧٨، ص ص ٦١-٦٢) وفى قارة آسيا فى شبه الجزيرة العربية سقط فى المدينة المنورة (فى الفترة ١٩٦٠- ١٩٩٠) ٤٨ ملليمتر، بينما معدل التبخير السنوى فى الفترة (٦٨- ١٩٨٦) وصل ١٣٥,٣ ملليمتر (طلبة ، ٢٠٠٢، ص ١٢٠) أى أن التبخر يبلغ ٣-٤ أمثال التساقط.

وإذا أخذنا مثالين آخرين : الأول فى شرق المملكة نجد أن متوسط المطر فى الأحساء فى الفترة ٦٩- ١٩٩٦ يبلغ ١٨١,٣مم بينما معدل التبخر السنوى يبلغ ٣٣٣١ مم (الطاهر ، ١٩٩٩، ص ص ١١١-١١٢) أى أن التبخر يزيد عن المطر بنحو ١٨ مرة، وذلك بسبب شدة الإشعاع الشمسى، ونجده فى منطقة توشكى فى جنوب مصر يبلغ ٥-٥,٥ متر / السنة (Vogg & Wehmier, 1985) أى أنه يزيد ٣٣٣٠ مرة عن مقدار المطر.

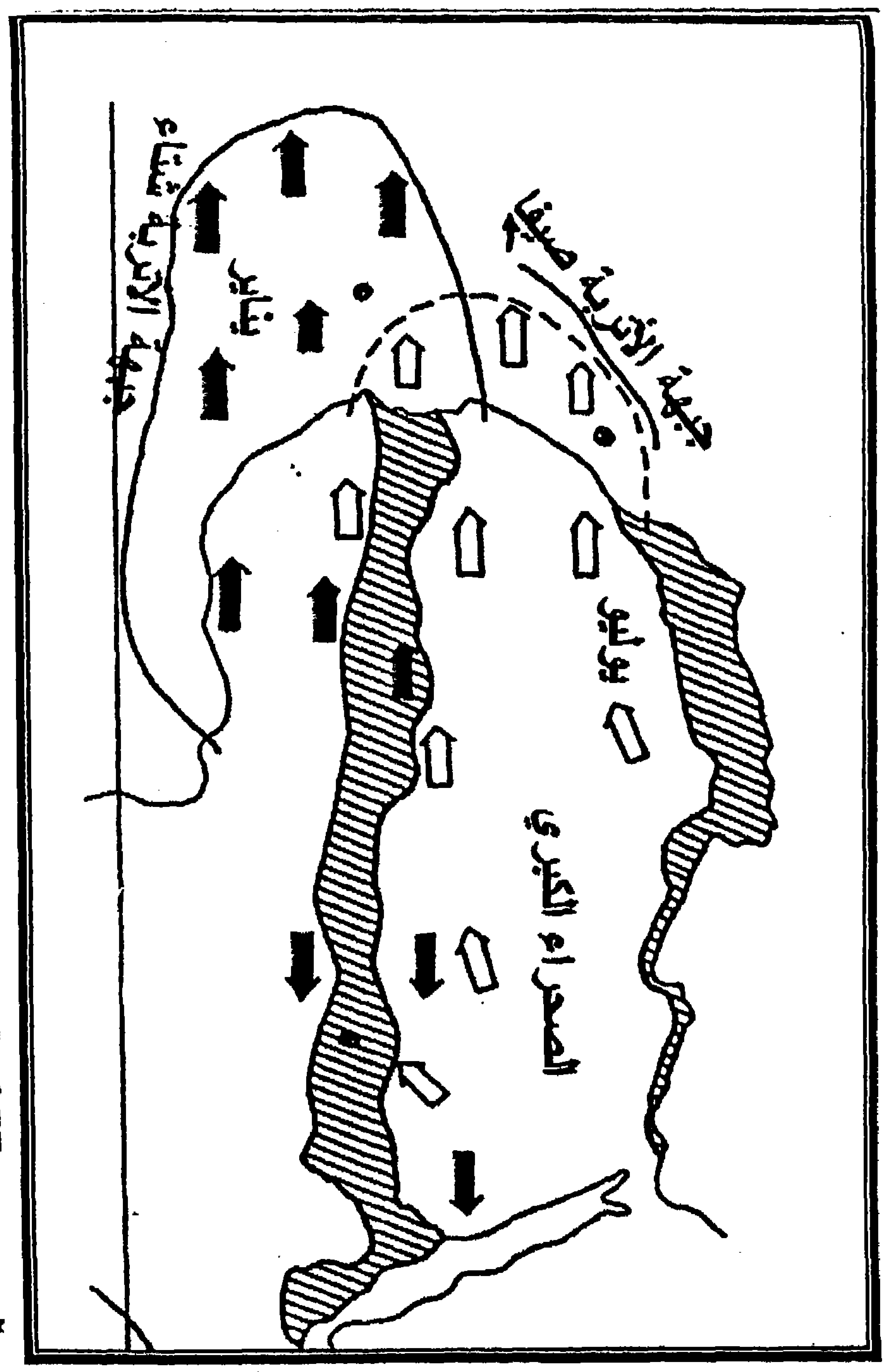
نشاط العواصف الترابية:

تعتبر العواصف الترابية والرملية والغبارية من السمات المميزة لمناخ الأراضى الجافة ، حيث توجد فترة طويلة ينعدم فيها سقوط الأمطار ، وتبدأ التربة فى الجفاف وتنشط الرياح فى حمل الرواسب الناعمة وإثارة الغبار والأتربة . ويتكون بذلك مظهر العواصف الترابية.

وهناك أنواع من الرياح تأخذ مسميات عدة فى مختلفة قارات العالم تمثل رياحاً حاملة للأتربة . ففى قارة آسيا نجد منها : مثلاً بلات جنوب الجزيرة العربية، وبوران فى جنوب شرق روسيا ، وكارابوران فى التركستان، والشمال فى حوض الخليج العربى ،ولوو Loo فى الهند، وسستان فى إيران على سبيل الذكر.

أما فى القارة الأفريقية فمنها رياح الخماسين فى مصر والقبلى فى طرابلس بليبيا والهبوب فى السودان ، والساحل فى المغرب ، وشيلى Chili فى تونس . وإذا انتقلنا إلى الأمريكتين نجد بها رياح بامبيرو فى الأرجنتين وفلكانوا فى الأرجنتين أيضاً، وبالوسير فى موتانا ، وفى إيداهو بالولايات المتحدة، بينما فى استراليا توجد رياح بريكفيلدز ، وفى قارة أوربا تجد رياح كالينا فى أسبانيا ، وكوسافا افى المجر وسيروكو جنوب أوربا. (Goudie, 1978,. 297)

وتسيطر العواصف الترابية على مناطق هبوبها محلياً وإقليمياً ، حيث تغطى المنطقة بالأتربة والغبار بما يحول دون الرؤية بسبب حمولتها من الرواسب، وقد يمتد تأثيرها إلى أسطح المحيطات أو البحار المجاورة ، مثلما يحدث فى غربى الصحراء الكبرى وإقليم الساحل بالقارة الأفريقية حيث يمتد تأثير العواصف إلى المناطق الواقعة شرقى المحيط الأطلنطى ، كما هو الحال فى شكل (٤٦).



المصدر : U.N.1977

العواصف الترابية فى شمال وغرب أفريقيا

شكل (٤٦)

الفصل السابع

موارد المياه بالأراضى

الجافة والقاحلة

موارد المياه بالأراضى الجافة والقاحلة

على الرغم من أن عجز موارد المياه والنقص الحاد فيها أحياناً هى من المحددات الأساسية للأراضى القاحلة والأقاليم الجافة إلا أن ذلك ليس معناه خلو مثل هذه المناطق من مورد المياه وفرص الحياة التى تعتمد عليها ،حيث توجد بها مياه سطحية من جهة وجوفية- قريبة من السطح أو بعيدة عنه من جهة أخرى، ولذا يمكن التعرف من خلال هذه الدراسة على مصادر المياه فى الأراضى القاحلة والجافة ، ونعقبها بمعرفة الصور المختلفة والطرق العديدة التى يتم الحصول من خلالها على المياه لاستخدامها فى جوانب الحياة البشرية المختلفة.

- **أولاً : مصادر المياه:**

(١) المياه السطحية :

تخترق المناطق الصحراوية فى العالم والأقاليم الجافة بها أنهار رئيسية فى العالم، سواء فى العروض المعتدلة ، أو العروض المناخية الحارة ، حيث تمثل هذه الأنهار مصدراً رئيسياً للتزود بالمياه والتى تخلق بذلك واحات كبيرة فى الصحارى المترامية الأطراف.

ففى الأراضى القاحلة بدرجاتها المختلفة والأراضى الجافة بأنواعها المختلفة فى القارة الأفريقية توجد أنهار كثيرة فى تصريفها المائى. ففى الشمال الأفريقى يوجد نهر النيل الذى يخترق العروض الاستوائية متقدماً نحو الشمال فى الأراضى التى يصيبها الجفاف فى الإقليم السودانى وواصلاً إلى المناطق القاحلة الممثلة فى الصحراء السودانية والصحراء المصرية ليصب مياهه فى إقليم البحر المتوسط الذى يتعرض لموجات جفاف أيضاً ، وهو يعتبر من أكبر الأنهار التى تتدفق فى الأقاليم الصحراوية وشبه الصحراوية فى العالم. وفى تونس يوجد نهر مجردة أيضاً فى نطاق البحر المتوسط.

ويمتد نهر السنغال الذى ينبع من جبال فوتاجالون متجهاً نحو الشمال ثم إلى الغرب ليصب مياهه فى المحيط الأطلنطى ، وذلك فى أفريقيا جنوب الصحراء حيث يمر فى غينيا ومالى ثم بين الحدود الدولية لكل من السنغال وموريتانيا

ويصرف كمية من المياه السطحية تبلغ ٢٣,٢كم٣ من المياه سنوياً (Zonn, 1986, Table 13).

ويعتبر نهر النيجر أكبر من نهر السنغال حجماً وأهمية في الجريان السطحى للأنهار الواقعة جنوب الصحراء ، حيث أنه ينبع أيضاً من جبال فوتاجالون ولكنه يأخذ إتجاهاً آخر، ويمر النهر بعدد من الدول مثل غينيا ومالى وداهومى والنيجر ونيجيريا، وتبلغ الكمية التى يصرفها ٢٦٨ كم٣/ من المياه سنوياً. أما نهر تشاد فهو يجرى بالمياه من الجنوب إلى الشمال عامة وينبع من هضبة بوتشى ومرتفعات الكمرون والهضبة الحديدية عند غربى السودان ويصب مياهه فى بحيرة تشاد ، ولذا فإنه يخترق النطاق فيما بين ٧° - ١٣° ش أى النطاق شبه المدارى والمدارى شبه المطير فى داخل القارة الأفريقية.

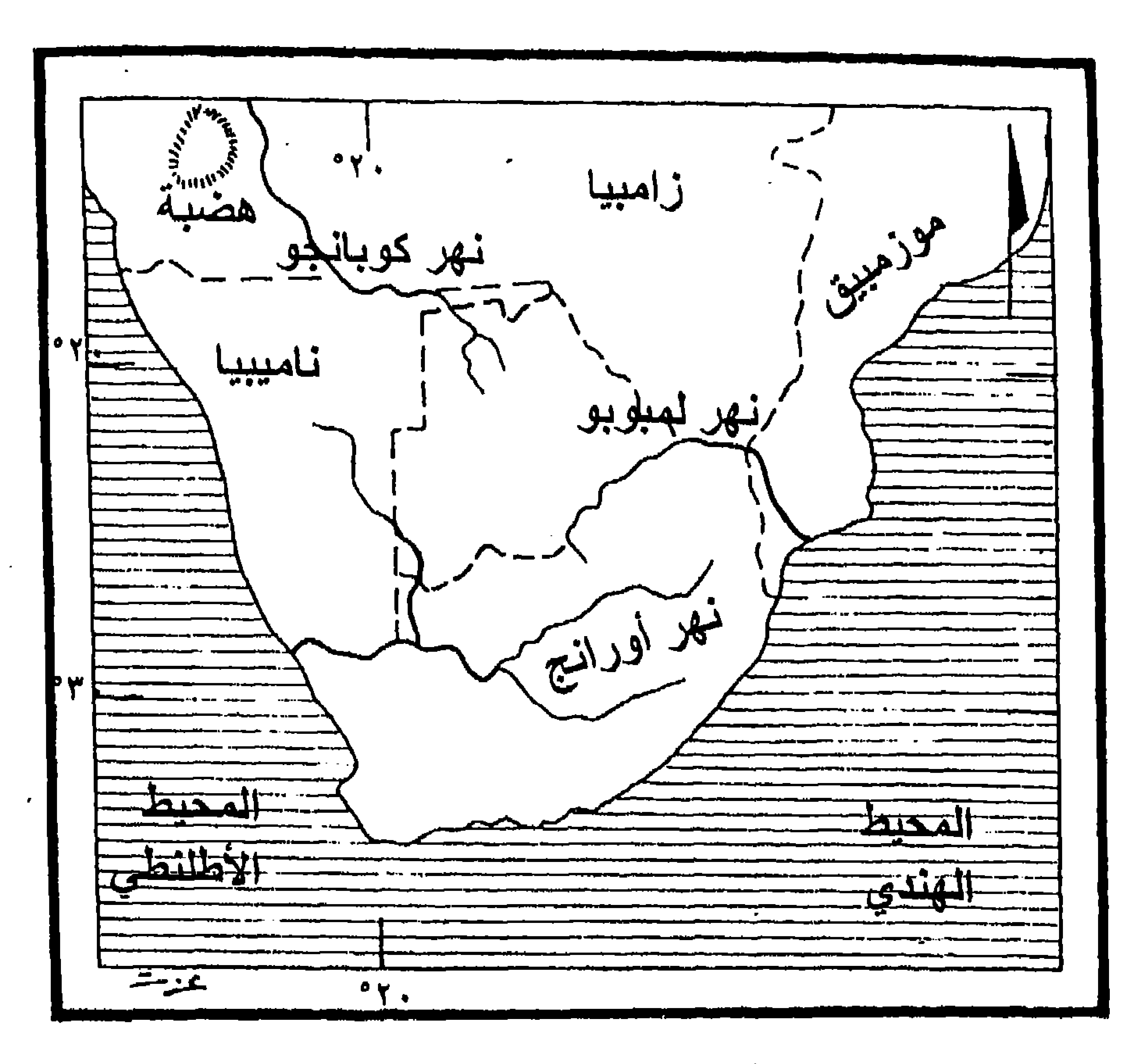
أما فى جنوب أفريقيا فتوجد ثلاث أنهار ، الأول هو نهر لمبوبو ويصب فى المحيط الهندى ويقطع صحراء كلهارى فى جنوبها الشرقى ويتجه للشمال الشرقى ثم يغير اتجاهه نحو الجنوب الشرقى وبذلك يصبح شكله على هيئة رقم ٨ ويجرى فى بتسوانا وموزمبيق ، ويزيد فى كمية تصريفه السنوية عن نهر السنغال قليلاً والتى تبلغ هنا ٢٦ كم٣ من المياه. والنهر الثانى يصب فى المحيط الأطلنطى وهو نهر أورانج الذى يقطع جنوب غرب صحراء كلهارى فى دول جنوب وجنوب غرب القارة ، وتقل كمية تصريفه إلى ١٥,٣ كم٣/ السنة. (Ibid.) شكل (٤٧).

بالإضافة إلى الأنهار السابقة توجد أودية جافة فى أفريقيا تجرى بها المياه السطحية فى شكل سيول مثلما يحدث الحال فى أودية شبه جزيرة سيناء والصحراء الشرقية فى مصر ، مثل سيول ١٩٩٤ ، ١٩٩٧ فى مصر العليا والوسطى . وفى ليبيا توجد مجموعة أودية جافة تجرى بها المياه فترة من السنة وتصب فى البحر المتوسط مثل أودية : سوفجين ، زمزم ، وأودية شرقى زمزم ، والتى تقطع صحراء سرت ، ووادى إمرة فى شمال شرق ليبيا ، وبعض الأودية الجافة الأخرى ذات التصريف الداخلى مثل الوادى الفارغ ، وأمرأ ، وأودية أخرى فى الجبل الأخضر تنحدر نحو الجنوب . أما فى وادى درنة فى الشمال الشرقى والبالغ

مساحة حوضه ٥٧٠ كم٢ فإن تصريفه للمياه الناتجة عن جريان السيول يبلغ أحياناً نحو ٤٠٠ متر مكعب / الثانية الواحدة (الجميلى، ٢٠٠٢، ص ٩). أما فى السودان فتوجد أودية جافة منها أودية مديرية البحر الأحمر التى تصرف أكثر من ٠,٧٥ مليون م٣ / سنوياً ، وأودية جبل مرة التى تصرف نحو ٧٥ مليون متر مكعب / السنة ويقع غربى السودان ، ويصرف واديى كاجا وبلبل فى جنوب دارفور ٣ مليون م٣/ السنة . (التركمانى ، ١٩٩٢، ص ١٩٦) . ويقدر ما يجرى بها سطحيا باستثناء نهر النيل ١٣٠ مليار م٣ فى السنة.

وهناك أودية موسمية أخرى تجرى بها المياه فترة من السنة سواء فى جبال النوبة فى الغرب حيث يوجد أهم الأخوار وهو خور أبو جبل وتصريفه ٥٠ مليون م٣، أو فى الشرق حيث يوجد خور القاش (ويسمى محلياً الجاش)، وتجرى به المياه الموسمية ٣ شهور من السنة ويصرف نحو مليار م٣ فى السنة. ومن جبل مرة غرباً تنحدر عدة أودية موسمية على النحو التالى(اكساد، ١٩٩٠) :

الوادى	التصريف	المصب
• وادى أزوم	ويصرف ٥٠٠ مليون م٣ / السنة	إلى بحيرة تشاد
• وادى جندى	ويصرف ٣٥ مليون م٣ / السنة	
• وادى كاجا	ويصرف ٢٢٥ مليون م٣ / السنة	
• وادى سيرلونج	ويصرف ٧٠ مليون م٣ / السنة	
• وادى ابرة	ويصرف ٢٠٠ مليون م٣ / السنة	نحو بحر العرب
• وادى نيالا	ويصرف ٧٥ مليون م٣ / السنة	
• وادى الكوع	ويصرف ١٠٠ مليون م٣ / السنة	
• وادى الغلة	ويصرف ٦٠ مليون م٣ / السنة	نحو بحر الغزال
• وادى شلنقو	ويصرف ١٠٠ مليون م٣ / السنة	
• وادى البرداب	ويصرف ٦٥ مليون م٣ / السنة	



الأودية النهرية التى تقطع النطاق الجاف جنوب وجنوب غرب أفريقيا

شكل(٤٧)

وفى آسيا تجرى فى الأقاليم الصحراوية والنطاقات الجافة وشبه الجافة مجموعة من الأنهار بعضها فى جنوب آسيا ينبع من الأقاليم الموسمية الصيفية مثل نهر السند والهوانج هو ونهر تاريم وبعضها الأخرى تجرى فى فترة الشتاء والربيع متأثرة بنظام سقوط أمطار نظام البحر المتوسط مثل دجلة والفرات وزيرزا فشان ونهر الأردن . كما تختلف كميات تصريف هذه الأنهار حسب ما هو موضح بجدول(٢٨).

جدول (٢٨)

تصريف مياه الأنهار الرئيسية فى الأقاليم القاحلة والجافة وشبه الجافة فى آسيا بالمليار م٣

اسم النهر	كمية التصريف	اسم النهر	كمية التصريف	اسم النهر	كمية التصريف
السند	٢٠٦	تاريم	٢٩	زيرافشان	٢,٦
دجلة والفرات	٧٧	كورم	٢٤,٣	شو	٢
أموداريا	٦٣,١	هى (هارى)	١٤,٨	زبهان	١,٩
هوانج هو	٤٧	هلمند	٦,٨	الأردن	١,١
سرداريا	٣٧,٨	سفردروب	٤,١		

المصدر : After Zonn, 1986

وتوجد بعض الأودية الجافة فى أسيا تجرى بها المياه فترة من السنة أو كل عدة سنوات تجرى بها المياه، ومن أكثر المنطق كثافة بمثل هذه الأودية هى شبه الجزيرة العربية ، وأفغانستان وإيران، وشكل (٤٨).

وقد قدر بأن إجمالى كمية الجريان السطحى بأودية وأنهار أفغانستان ٥٠ مليار م٣/ السنة، بينما تصل فى إيران إلى الضعف أى ١٠٠ مليار م٣/ السنة، أما المملكة العربية السعودية فهناك العديد من أودية الحجاز وعسير تعرف بأودية

تهامة، وأكثرها أهمية من الناحية المائية أودية : تعشر، الليث، حلى، يبا، خلُب كما فى جدول (٢٩).

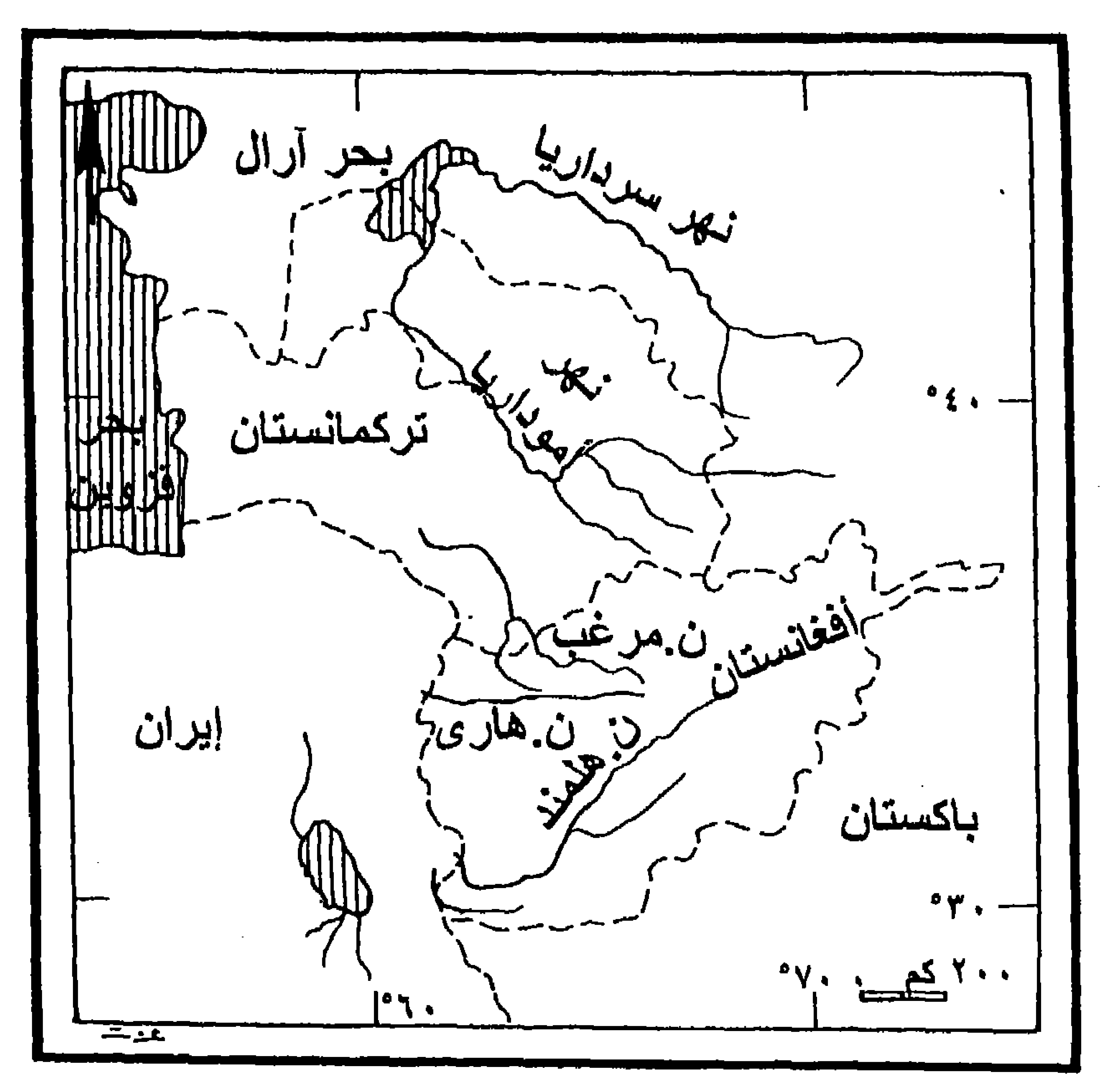
جدول (٢٩)

كميات المياه السطحية (سيول) فى بعض أودية تهامة جنوب غرب السعودية

اسم الوادى (تهامة الجنوبية)	المعدل السنوى للسيول بالمليون م٣	اسم الوادى (تهامة الشمالية)	المعدل السنوى للسيول (لكل سنتين بالمليون م٣)
شدان	١٠٥	الليث	٤٠,٧
صبيا	١٩,١	حلى	٨٧,٩
قبحة	١٥,٤	يبا	٤٢,٣
خلب	٢٩,٤	قنونة	٢٧,٨
تعشر	٦٨,٢	احسبة	١٦,٩
بيعى	١٤,١	دوفة	١٦,٩
		الشاقة اليمانية	١٤,٣
		الشاقة الشامية	٢,٥

المصدر : عثمان، ١٩٨٣، ص ص ١٩٧-٢٠٠ بتصرف.

وفى أمريكا الشمالية يقطع نهر كلورادو النطاق الصحراوى والنطاق الجاف فى أمريكا الشمالية وذلك فى الركن الجنوبى الغربى منه مكوناً دلتا كبيرة عند رأس خليج كاليفورنيا ، فى حين تقطعه منابع أنهار بلات وأركنساس فى ركنه الشرقى، وفى المكسيك يقطع هذا النطاق منابع نهر ريوجراند الذى يصرف ١٨ مليار متر مكعب / السنة بينما يزيد تصريف نهر كلورادو إلى ٢٣,٤ مليار م٣ فى السنة.



الأنهار فى النطاق الجاف وسط آسيا

شكل (٤٨)

أما فى أمريكا الجنوبية فتوجد المياه السطحية فى صحراء أتكاما فى المناطق المرتفعة على سفوح جبال الأنديز أو فى الخوانق الأكثر عمقاً بالمجارى النهرية على طول امتداد حضيض جبال الأنديز (James, 1926, P. 209) وكثيراً ما تحدث السيول فى شمال غرب بيرو حيث تجرى الأودية بالمياه والتى تفيض فيها المياه ما بين ٢-٣ مرات كل قرن من الزمان (Hills et al., 1966)

وفى استراليا تتمثل موارد المياه السطحية فى المناطق الصحراوية والأقاليم الجافة فى نهرى مرى ودارلنج الذى يصرف كمية تبلغ تقريباً نفس الكمية التى

يصرفها نهر كلورادو فى أمريكا الشمالية أو تزيد قليلاً حيث تبلغ ٢٣,٦ مليار م٣/ السنة (Zonn, 1986) . يضاف إلى نهر مرى فى استراليا وجود حفر وعائية كبيرة Large potholes فى الهضبة الأسترالية خاصة فى سفوحها الشمالية ، وتنتج هـذه الحفر ٥٠٠٠- ٢٠٠٠٠ جالون للحفرة التى تتلقى أمطار (Clapp, 1926, P. 216)

(٢) المياه الجوفية :

توجد المياه الجوفية تحت أسطح الصحارى القاحلة وشبه القاحلة ، وفى بطون أوديتها ، كما توجد أيضاً تحت أسطح الأراضى الجافة dryland متخللة طبقات الصخور الرسوبية أو تحت الرواسب المفككة ، وقد تتخلل الرواسب الرملية التى كثيرا ما تختزن الرواسب، وقدرت كمياتها فى العالم كله ٧ – ٦٠ كم٣.

وتوجد المياه الجوفية فى طبقات صخرية حاملة للمياه التى قد تختزن بين الطبقات فى شكل مياه حفرية أو تكون مياهاً متحركة بين الطبقات بسرعات بطيئة للغاية تعد بعشرات الأمتار فى السنة.

وإذا تناولنا قارة أفريقيا على سبيل المثال نجد أن المياه الجوفية ليست طبقة مائية واحدة وإنما عدة طبقات . ففى مصر نجد أن المياه فى الصحراء توجد فى الخزان الجوفى النوبى Nubian Aquifer وهو جزء من الحوض الجوفى النوبى فى شمال أفريقيا ، وتوجد المياه الجوفية فى مصر فى الطبقات العليا على عمق ٣٠- ١٥٠متراً ، بينما الآبار العميقة تحصل على مياهها من أعماق تتراوح بين ٣٠٠- ١٢٠٠ متر فى الصحراء الغربية بداء من الخارجة حتى الواحات البحرية . (Hemida, 1970,P. 100)

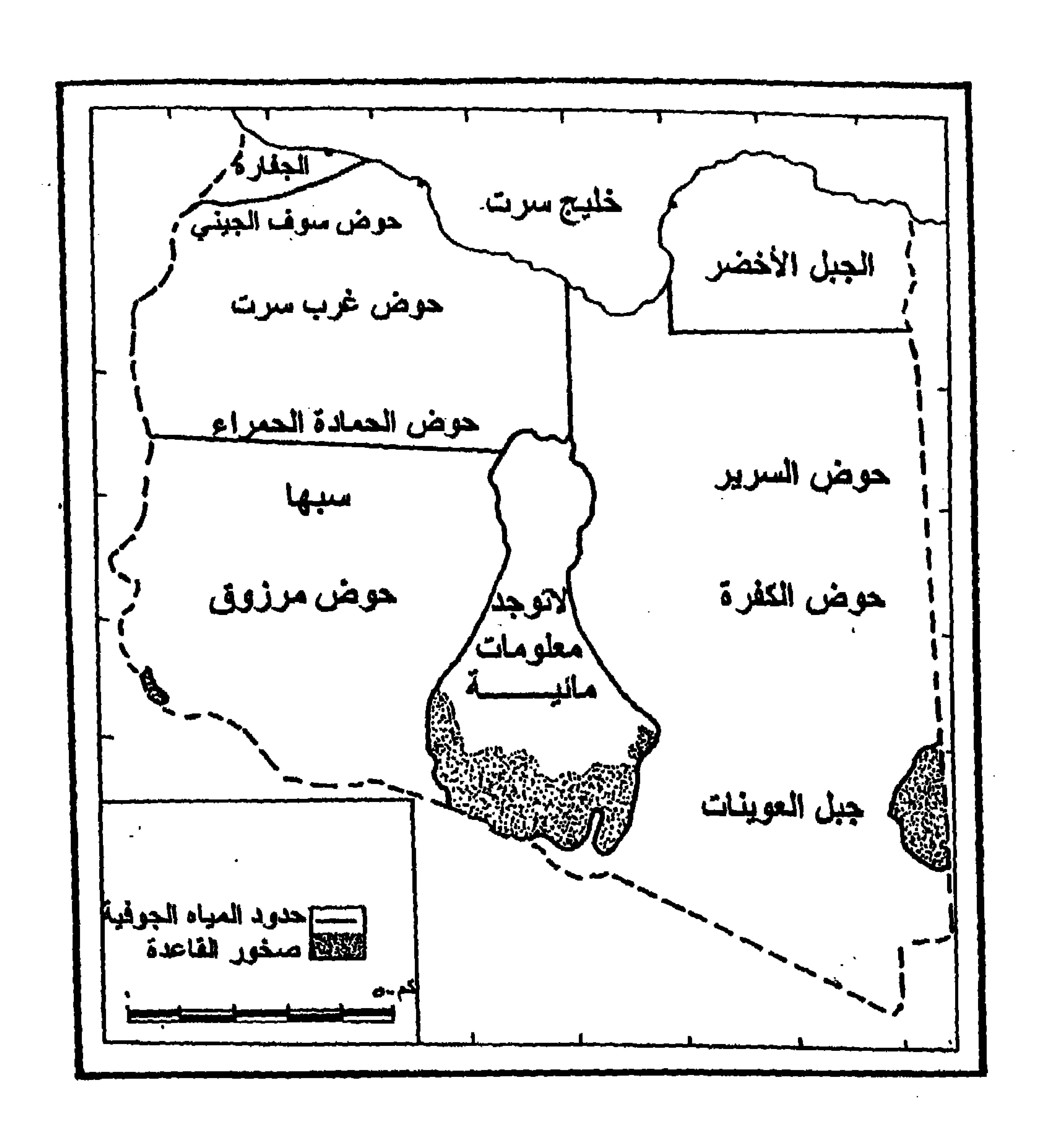
أما فى منطقة حلايب جنوب شرق مصر فى الصحراء الشرقية فتوجد بها المياه الجوفية على أعماق ما بين الأمتار القليلة إلى عشرات الأمتار ، بعضها مياه فى صخور نارية ومتحولة بين الشقوق ، بالإضافة إلى مياه الحجر الرملى غربى البحر الأحمر (عبدالرحمن ، ١٩٩٧، ص ص ٦٥- ٦٦).أما أسفل رواسب وادى النيل ودلتاه فيوجد نحو ٢,٩ مليار م ٣ (بترجى، ١٩٩٢، ص ١٢٢).

ويلاحظ أن الكمية أكثر فى السودان عنها فى مصر حيث تبلغ ٢٠,١مليار م٣ كما فى جدول (٣٠) . وتوجد أحواض عديدة للمياه الجوفية فى السودان ، بعضها فى الشرق مثل حوض عطبرة وحوض النيل الأزرق ، وبعضها غربى النيل مثل حوض كردفان ، والنهود ، وساق النعام ، أما فى الشمال فيوجد حوض نيل الصحراء وحوض الصحراء النوبية ، حسب مسميات برنامج مكافحة زحف الصحراء لهذه الأحواض، والتى وصل عددها ١٢ حوضاً جوفياً (التركمانى ، ١٩٩٢، ص ص ٢٠٢- ٢٠٤).

وقد وجدت المياه الجوفية فى ليبيا فى عدة أحواض أيضاً منها فى الشرق حوض الكفرة، ثم حوض السرير إلى الشمال منه، ثم حوض الجبل الأخضر فى أقصى الشمال. أما فى القسم الغربى من ليبيا فتوجد خمسة أحواض تتوزع من الجنوب إلى الشمال: حوض مرزوق ، وحوض الحمادة الحمراء، ثم حوض غرب سرت، ثم حوض سُوف الجينى، وأخيراً حوض الجفارة فى الركن الشمالى الغربى من ليبيا كما فى شكل (٤٩).

أما فى وسط كل من تونس والجزائر فيمتد تحت الصحراء حوض يعرف باسم حوض شمال الصحراء والذى يتصل جزئياً بحوض أودنيى – تنزرفت الواقع إلى الجنوب الغربى منه والممتد إلى الجزائر ومالى. وإلى الغرب من أفريقيا يوجد حوض الصحراء الغربية ، وحوض السنغال – موريتانيا ، بينما فى غرب المملكة المغربية يوجد فى المنطقة الساحلية حوض جوفى صغير وفى وسط أفريقيا إلى الجنوب من الصحراء يوجد حوض تشاد الذى يتصل بحوض آخر إلى الغرب منه وهو حوض النيجر كما فى شكل (٥٠).

وفى تونس يُوجد بالطبقة العميقة كمية إنتاج ٥٠١ مليون م٣ / السنة، بينما الطبقة السطحية أو العليا تنتج ١٣٣ مليون م٣/ السنة (Ledden, 1975, p.165) وجملة المياه المخزونة ٦ × (١٠)١٣ م٣ أى نحو ١٠٠٠٠ مليار، والطبقة الحاملة للمياه معزولة عن صخور القاعدة المركبة، وتتغذى من الطبقة القارية (أى من الصخور الرسوبية)وقدر تصرفها ١٠٠٠ م٣ / ث (الثانية)، ولذا فإنها يمكن أن تكفى لمدة ٢٠٠٠ سنة (Gishler, 1976)، ونوعية المياه الجوفية تتراوح ما بين المياه الجيدة والمياه متوسطة الجودة، كما فى شكل (٥١).



الأحواض المائية الجوفية الكبرى فى ليبيا

شكل (٤٩)

جدول (٣٠)

كمية مياه الجريان الجوفى فى الدول القاحلة وشبه القاحلة بالمليار م^3/ السنة

الدولة	كمية المياه	الدولة	كمية المياه	الدولة	كمية المياه	الدولة	كمية المياه
منغوليا	٢٣	تونس	١,٣	مالى	١٦	ناميب	١,٦
أفغانستان	٢٩	الجزائر	٧	النيجر	٤	بتسوانا	١,٨
إيران	٦٦	المغرب	١٢,٦	بروكينا فاسو	٧	الولايات المتحدة	٨٥
العراق	١٣	ليبيا	١,٧	تشاد	١١,٥	المكسيك	١٣٩
سوريا	٥	مصر	٠,٥	أثيوبيا	٤،٤	الأرجنتين	١٢٨
شبه الجزيرة العربية	٦,٢	السودان	٢٠,١٤	الصومال	٣،٣	استراليا	٢١٨,٥
باكستان	٢٤	الصحراء الغربية	٠,٣	كينيا	١٤		
		موريتانيا	٢	تنزانيا	٢٣		

المصدر : مستخرجة من Zonn, 1986

وفى روسيا توجد المياه فى المناطق الجافة وشبه الجافة على عمق ٢-٤ متر ، ثم ١٠-١٥ متراً ، ثم ١٠٠- ١٤٠ متراً ، ويوجد بالطبقة العليا كمية مياه قدرها ١٠٠- ١٥٠متر ، ويبلغ عمق المياه حول بحر قزوين وبحر آرال ما بين ٥٠- ٢٠٠متر (Manaenkov, 1996,P. 54).

أما فى شبه الجزيرة العربية فقد دلت الدراسات على وجود ٢٨ تكويناً جيولوجياً ، منها ٢١ تكويناً حاملة للمياه ، ومن أشهرها وأكبرها مساحة فى المملكة العربية السعودية : الساق ، الوجيد ، تبوك، الجون ، المنجور ، ضرما ، البياض، الوسيع ، أم الرضمة ، الدمام ، النيوجين. (السعد، ص ٣٥) ، كما فى جدول (٣١).

وفى هضبة التبت توجد كميات كبيرة من المياه الجوفية متسربة فى الأراضى الصينية، وفى غرب الصين حيث حوض تاريم وحوض زونجاريا تحتوى طبقاتهما

المصدر: عن شلطا، ١٩٩٤

خزانات المياه الجوفية فى شمال أفريقيا

شكل (٥٠)



المصدر: العامرى ، ١٩٨٨، بتصرف

نوعية المياه الجوفية فى تونس

شكل(٥١)

على المياه الجوفية. أما فى منغوليا حيث الصحراء المعتدلة فوجد بها ٢٣ مليار متر مكعب من الماء الجوفى (التركمانى، ٢٠٠٣، ص ١٢٠) حيث توجد فى المناطق الصحراوية خاصة صحراء جوبى وصحراء منغوليا. وبالاتجاه غربا نجد المياه الجوفية تنتشر فى شرق بحر آرال حيث تعتمد معظم دول آسيا الوسطى الإسلامية بدرجة كبيرة على المياه الجوفية كلما ابتعدنا عن الأنهار الغربية لها. وتبلغ مساحة حوض الصين ومنغوليا ١٠٠ × (١٠)^{٣} كم٣ أى نحو ١٠٠ ألف كم٢.

جدول (٣١)

الطبقات الحاملة للمياه الجوفية فى المملكة العربية السعودية

الطبقة	المناطق التى توجد فيها الطبقة	معدل الإنتاج لتر/ ثانية	عمق الطبقة
١ طبقة الساق	تبوك – القصيم- حائل	١٠-١٠٠	٤٠٠-٨٠٠م
٢ طبقة الوجيد	وادى الدواسر- نجران- الربع الخالى	٥-٢٠٠	٤٠-٩٠٠م
٣ طبقة تبوك	تبوك – الجوف- القصيم – القريات	١- ١٥	٩٣٠- ١٠٧٠م
٤ طبقة المنجور	الرياض	١٢٠	٣٠٠- ٤٠٠م
٥ طبقة الوسيع	من وادى الدواسر جنوبا إلى وادى العتش شمالا والبحرين شرقا	-	٩٠٠-١٠٠٠م
٦- طبقة ام الرضمة	الشرقية – الشمالية الشرقية	٤- ٣٢	٢٤٠-٧٠٠م
٧- طبقة الدمام	الشرقية – الشمالية الشرقية الربع الخالى	١٠٠	٨٠-١٢٠م
٨ طبقة النيوجين	الشرقية – الشمالية الشرقية – الربع الخالى	١,٨	١٠٠-١٨٠م

المصدر : الشريف ، ١٩٨٩، ص ٤٥.

وإذا اتجهنا إلى جنوب آسيا نجد المياه الجوفية فى أفغانستان والتى تزيد فى كميتها عن دولة منغوليا، حيث تبلغ الكمية هنا ٢٩ مليار متراً مكعباً هى مخـــزون الدولة من المياه الجوفية.

وتعتمد بعض مناطق الوسط الشمالى فى الهند على المياه الجوفية إلى جانب الأمطار. أما فى باكستان فقد قدر أن مخزونها من المياه الجوفية، سواء فى حوض نهر السند أو المناطق الهامشية والبعيدة عنه بحوالى ٢٤ مليـــار م٣ (التركمـــانى ، ٢٠٠٥).

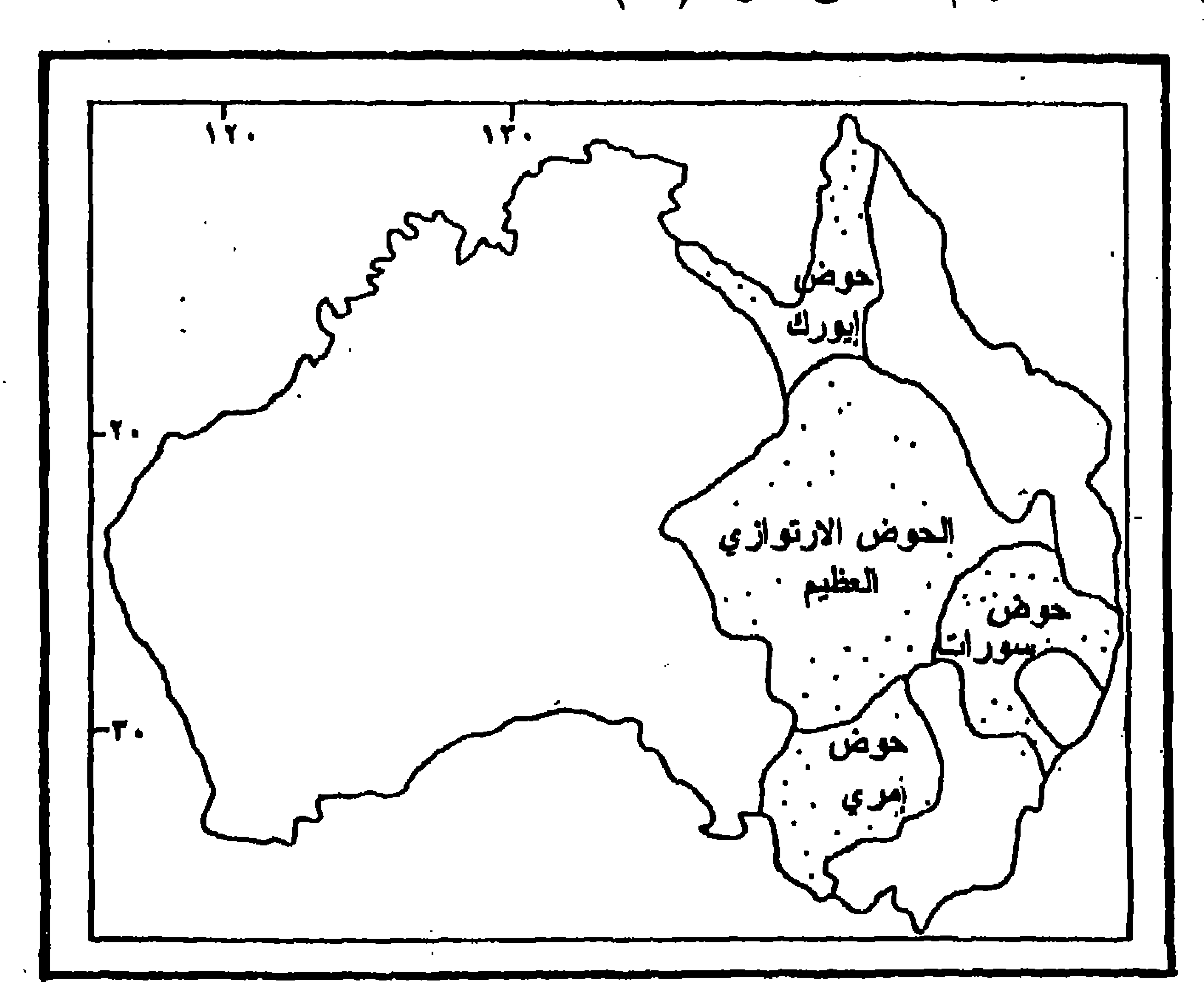
وفى أمريكا الشمالية توجد فى الأقليم الجاف تكوينات صخرية حاملة للمياه الجوفية فى غرب وجنوب غرب الولايات المتحدة وهـــى طبقـــات حجـــر رملـــى كريتاسى ، وسمكها يصل إلى ٩١ متراً ، وتعتبر خزاناً أساســـياً للميـــاه الجوفيـــة بالقارة (والطون ، ١٩٧٨، ص ١٧٩). والحوض الارتوازى العظيم فى الولايـــات المتحدة يغطى مساحة تقريبا تبلغ ٢٠% من مساحة الدولة ($\frac{1}{5}$ شـــاملا ولايـــة ألسكا (Manning, 1997, p.160)

وتكاد تغطى معظم الولايات المتحدة مياه باطنية، ولا تخلو منها إلا مناطق قليلة، ولكن سحب الكثير منها، وبعض من المناطق تكون مياههـــا غيـــر ملائمـــة للاستخدام. ومن أشهر الأحواض الارتوازية فى الولايات المتحدة حـــوض داكوتـــا الارتوازى، والذى حفر به أول بئر عام ١٨٨١م، ووصل عددها فى نهاية القـــرن التاسع عشر إلى آلاف الآبار، ووصل إلى ١٥٠٠٠ فى داكوتا الجنوبيـــة وحـــدها. ويوجد خزان جوفى فى ولاية اريزونا والذى سحب منه ٩٠% من مياه المخزون، وأصبحت أجزاء الحوض عبارة عن أحواض شبه منفصلة عن بعضها.

وتوجد المياه الجوفية فى أمريكا الجنوبية فى منطقة البيدمونت فـــى صـــحراء أتكاما غربى جبال الأنديز ، وتبدو كثير من الواحات منتشرة والتى تجمع فيها السكان الأوائل من الهنود الحمر بأعداد تتناسب مع كمية المياه (James, 1926, P. 209)

وتوجد خزانات المياه الجوفية فى قارة استراليا وتعرف هنـــاك بـــالحوض

الارتوازى العظيم هو من أكبر الأحواض فى العالم، والذى يغطى مساحى تبلــغ ٣ مرات قدر مساحة دولة فرنسا ، وهذا الخزان يعبر حــدود الولايــات الأســترالية والأراضـى الشمالية ، (Dixey, 1966, P. 85) وتوجد منطقتان كبيرتان تمثلان أماكن حفر للحصول على المياه من هذا الحوض الارتوازى ، ويصل ســمك الطبقــات الحاملة للمياه إلى ٨٠ متراً ، ويمتد لمسافة ٨٠ كم ، لتغذية مشروعات التعدين فى الأقاليم الجافة (Buckley, 1985, P. 180) ومن أشهر الأحواض الأرتوازية حــوض أيورك ، والحوض الاسترالى العظيم ، وحوض سورات ، وحوض مرى، ويتركز أغلبها فى الوسط الشرقى ، كما فى شكل (٥٢) وتعتبر كمية مياه الجريان الجوفى للمياه الارتوازية فى استراليا أكبر كمية بالنسبة للخزانات المائية فى العالم ، حيث تبلغ ٢١٨,٥ مليار م^{٣} كما فى جدول (٣٢).



أحواض المياه الجوفية فى قارة استراليا

شكل (٥٢)

جدول (٣٢)

الأحواض الارتوازية فى النطاق القاحل الاسترالى

اسم الحوض	المساحة بالألف كم٢	عمق وجود المياه بالمتر	الملوحة جرام/ لتر
الارتوازى العظيم	١٧٥١	من السطح إلى ٢١٣٤	٦,٢
مرى	٢٨٢	١٠-٣٩٦	١,٥-١,٨
الصحراء	٣٨٨	٣٠-٥٥٠	٠,٣
يوكلا	١٩١	٩٠-٦١٠	٦-٣٧
الشمالى الغربى	٧٧,٥	٦٠-١٢٢٠	٤-٥

المصدر : After Zonne, 1986.

ومع تعدد الأحواض الجوفية التى توجد فيها المياه الأسترالية فإن مساحتها الإجمالية تبلغ ٢,٦٩ مليون كم٢ كما فى جدول (٣٢)، ورغم أن أكبر الأحـواض مساحة وهو الارتوازى العظيم الذى يمثل ٦٥% من جملة مساحة الأحواض إلا أن ملوحة المياه مرتفعة نسبياً حيث تصل ٦,٢ جرام / اللتر.

- **طرق الحصول على المياه الجوفية:**

يتم الحصول على المياه من باطن الأرض أما عن طريق ظهورها فى شكل ينبوع على السطح يمكن من الحصول عليها بسهولة أو عن طريق الآبار . ولهـذا فإن الينابيع عبارة عن فتحات فى صخور القشرة الأرضية ، تتدفق منهـا الميـاه الأرضية الباطنية لتصل إلى سطح الأرض ، وبشكل مستمر . وتظهر اليـنابيع إذا تقاطع السطح العلوى للطبقة الحاملة للمياه مع سطح الأرض. وهناك عـدة أنـواع للينابيع حسب طريقة النشأة لكل منها وهى : ينابيع الطبقات ، وينـابيع الوديـان ،

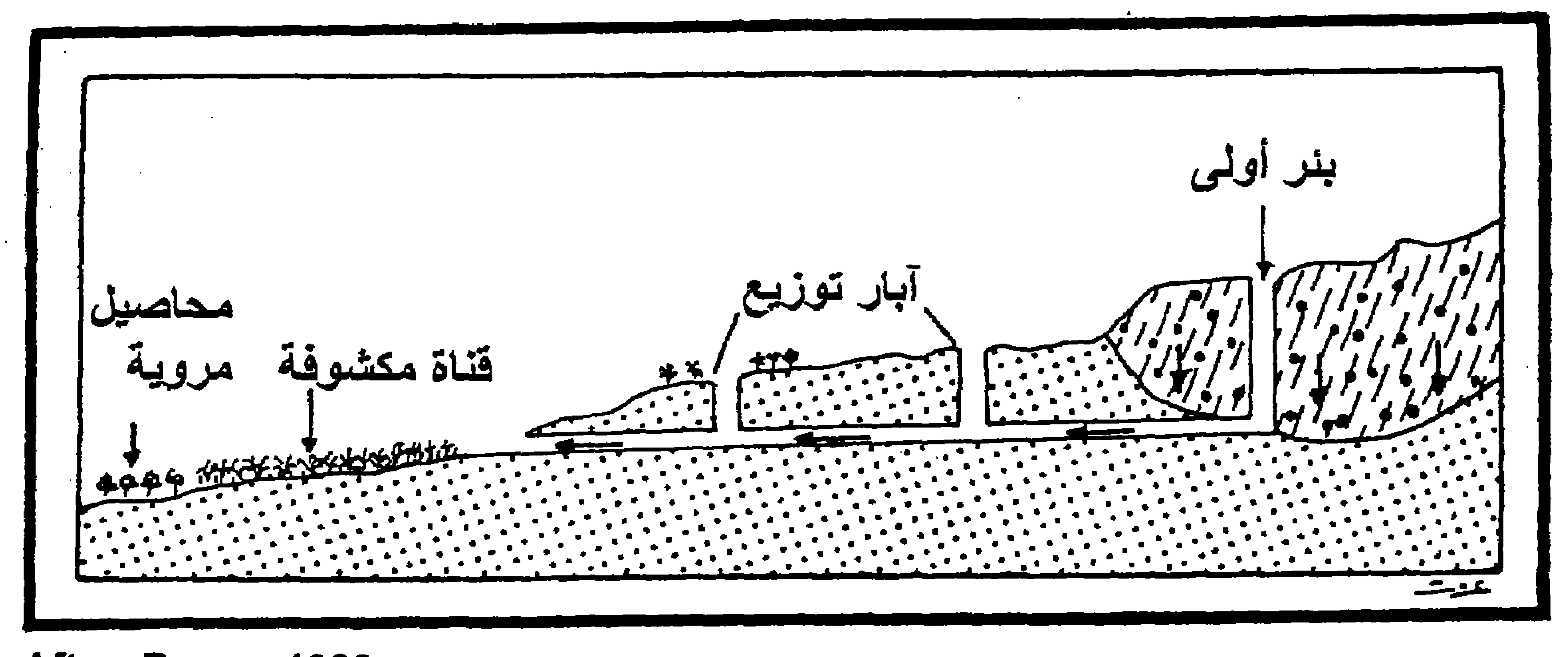
وينابيع الفوالق ، وينابيع القنوات الارتوازية ، والينابيع الارتوازية .

وتختلف الآبار عن الينابيع فى أن الإنسان هو الذى يقوم بحفر الآبار للحصول على المياه بينما الينابيع تتدفق منها المياه دون تدخل من الإنسان . ولهذا فإن الآبار عبارة عن فتحات دائرية يتم حفرها بصورة رأسية وبشكل عمودى على امتداد سطح الأرض ، وتتخللها مواسير بأقطار معينة تكون ملائمة للغرض ولطريقة رفع المياه إلى أعلى، ويصل عمق هذه المواسير حتى تتخلل الطبقة الحاملة للمياه والتى تمثل منسوب رفع المياه وتكون مياهها من النوعية المطلوب رفعها إلى السطح للأغراض البشرية.

ويلاحظ فى قارة آسيا – خاصة فى الهند – وجود المياه الجوفية الضحلة التى يسهل استخراجها من الباطن عن طريق عمل الآبار والتى تحفر بعمق يتراوح بين ١٠– ١٨ متراً ، ويكون قطر البئر بنفس المقدار تقريباً كما فى شكل (٥٤).

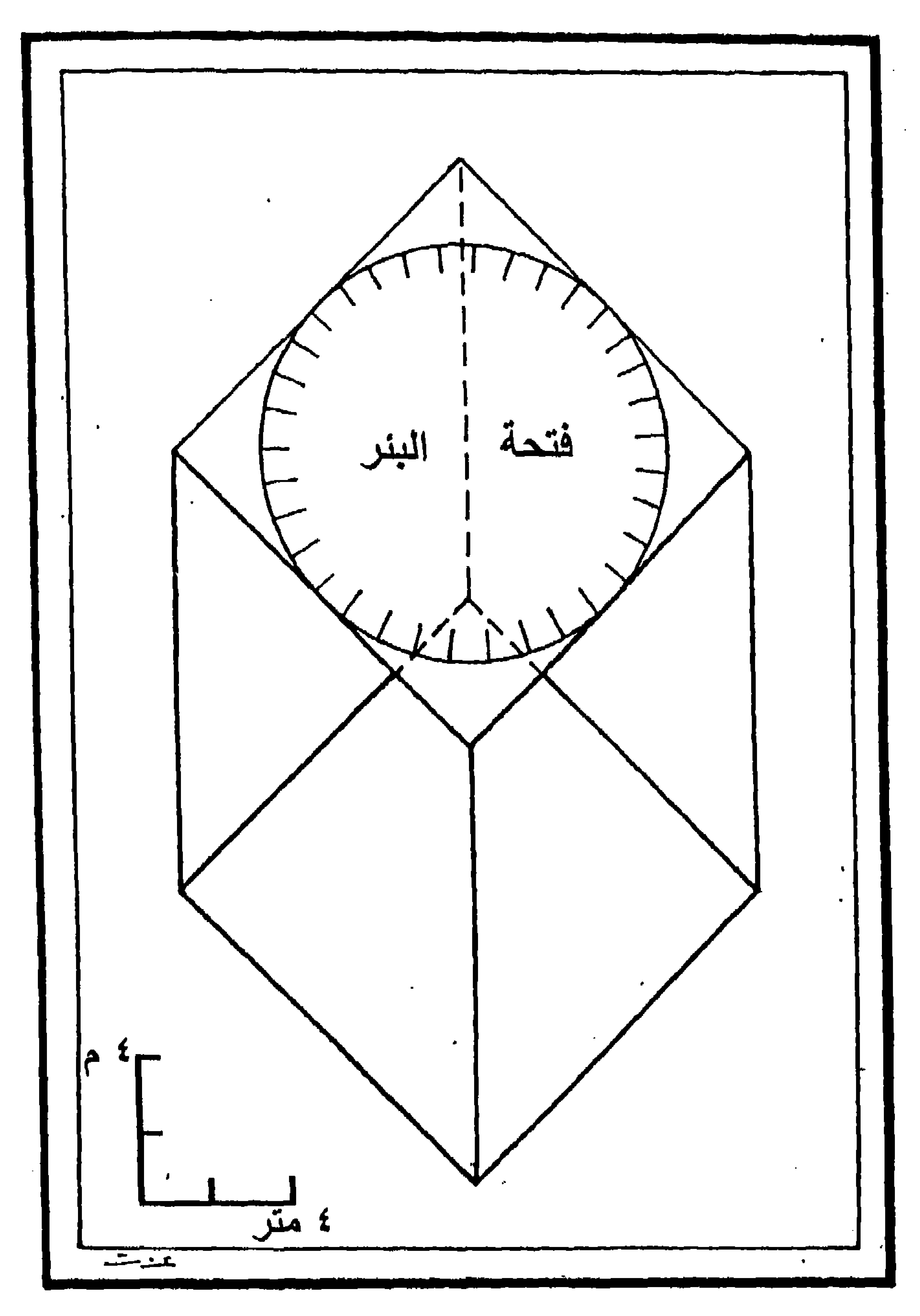
أما فى إيران حفر الآبار بشكل أفقى عكس ما هو معروف ، (Hudson, 1987, P. 126) كما هو واضح فى شكل (٥٣) حيث يتم سحب المياه من الطبقة المشبعة بالمياه عن طريق حفر البئر الأفقى وحيث توجد طبقة صماء غير منفذة للمياه أسفل الطبقة المشبعة تشجع على حفر البئر أو يوجد حاجز صخرى رأسى غير منفذ للمياه يحول دون تصريف المياه الجوفية ويختزنها ويحبسها مما يتطلب ضرورة مد أنبوب البئر بشكل أفقى للوصول إلى الطبقة المشبعة بالمياه ، وتطبق الحالة الأولى فى إيران والحالة الثانية فى الولايات المتحدة بانتشار كبيرة ، وذلك للحصول على المياه من جوانب التلال والسفوح الجبلية والحافات .

وفى أفغانستان وباكستان يتم استخراج المياه بنفس الطريقة أو بطريقة مشابهة وتعرف باسم الكاريز Karezes ، وفى سرى لانكا تظل مستويات المياه الجوفية مرتفعة قرب الخزانات التى يتم إنشاؤها عند المجارى الصغيرة أو الأفلاج، ثم يقل مستواها وينخفض بدرجة ثابتة مع حلول فصل الجفاف فى الإقليم بالجزيرة وبالخزانات، ويتم حفر الآبار عادة على مقربة من القرى والتى ينخفض فيها مستوى



After: Boyce, 1982.

قطاع لنظام القناة في ايران
شكل (٥٣)



نموذج للآبار المحفورة في البيئات الجافة في الهند (بأبعاد متقاربة)

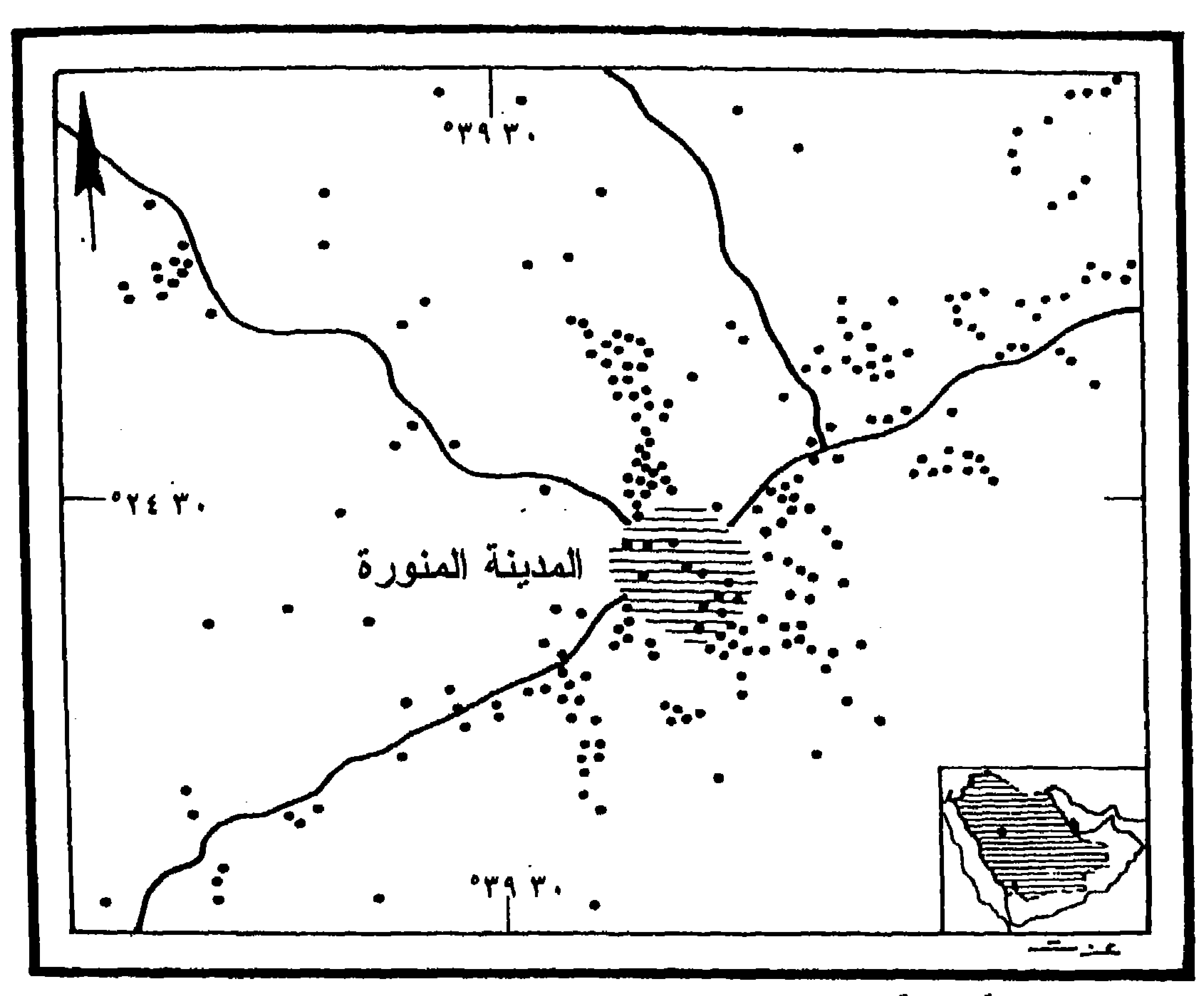
شكل(٥٤)

المياه الجوفية بثبات أيضاً ، وأحياناً تجف تماماً ، ولذا فإن السنوات التى يشتد فيهــا الجفاف يتم حفر الآبار على عمق ٦- ١٠ أمتار ، وقد تحفر فى الــصخور أيــضاً (Tennekoon, 1980, P. 10) . وقد انتشرت طرقة الكاريز فى شمال أفريقيا وعرفــت باسم الفوجارا فى الإمارات العربية وباسم فلج ، وفى إيران باســم قنــوات ، حيــث أصبح فى إيران الآن نحو ٤٠ ألف قناة بإجمالى طول ٢٧٠٠٠٠ كم وتعمــل علــى تزويد الدولة بحوالى ٣٥% من الاحتياج الكلى للبلاد (Hudson, 1987, P. 126) .

والقنوات فى إيران يتم إنشاؤها فى مناطق استواء الطبقة الحاملــة للميــاه الجوفية وبشكل شبه أفقى مما يسهل الحصول على المياه الجوفية التى تصبح قريبة من السطح وعلى عمق يصل إلى ٢٠ متر، ويتراوح طول القناة بين مئات الأمتار وبضعة كيلومترات، وأكبرها طولاً يصل إلى ١٦٠ كم. (Dixey, 1966,PP. 88-90)

ويظهر ذلك من شكل (٥٣) حيث تحفر أنابيب رأسية أو ما يشبه حفر الآبــار الرأسية تساعد على حدوث الضغط وتسرب المياه إلى أسفل وتتجمع هذه المياه بشكل أفقى وتنتهى عند فتحة القناة التى تكون عند مستوى الأراضى الزراعية.

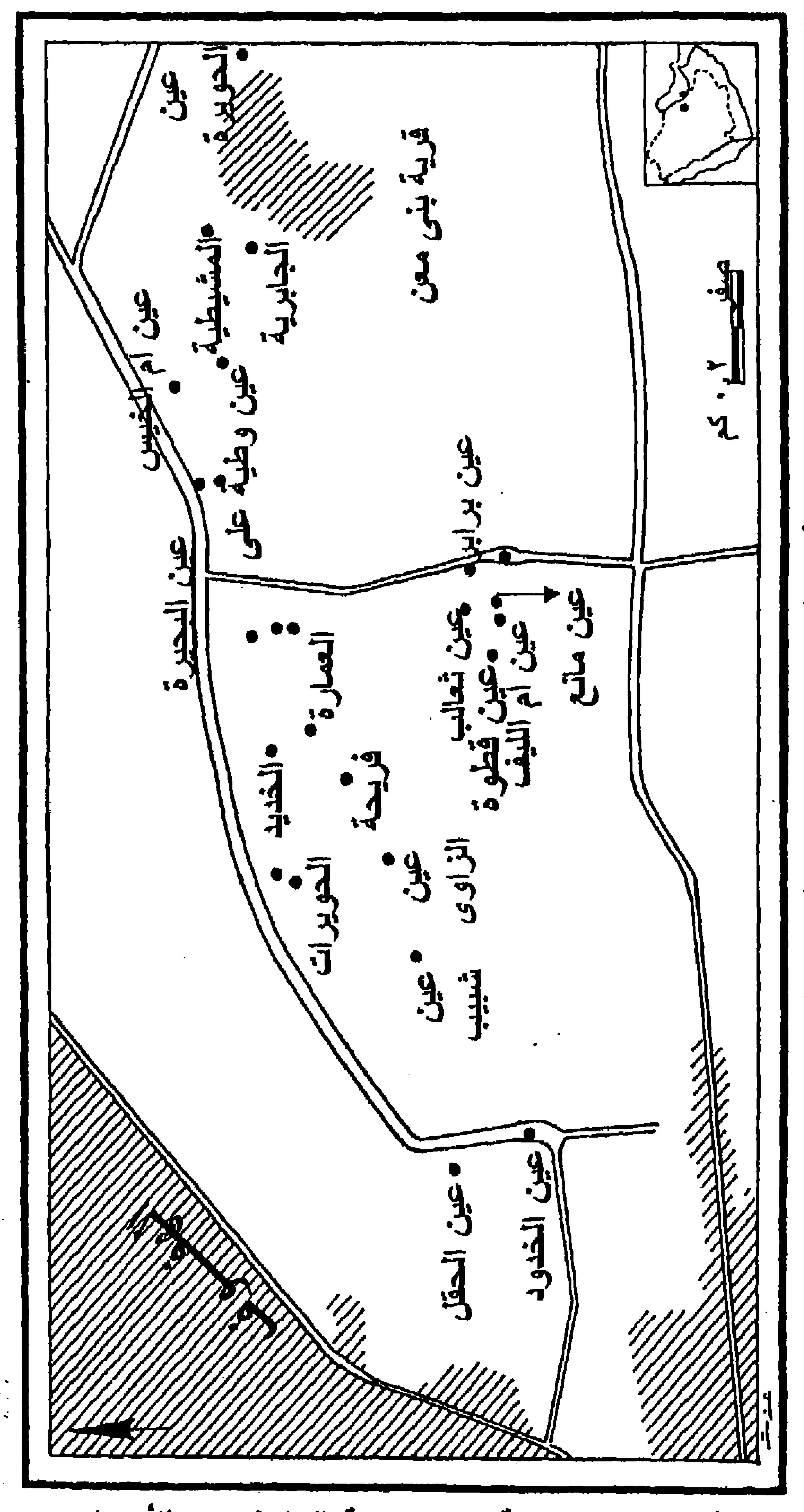
وتنتشر طرق الحصول على المياه الجوفية من الآبار أو العيون الطبيعية فى كل أنحاء شبه الجزيرة العربية، خاصــة الامــارات وســلطنة عمــان والكويــت والسعودية. فعلى سبيل الذكر نجد أنه فى الماضى لم يكن حــول منطقــة المدينــة المنورة والحرم المدنى سوى بضع عيون مائية وقليل من الآبار السطحية. ولكنــه بعد استخراج البترول وانتشار عمليات التنمية فى المملكة فإنه قد انتشرت عمليات حفر الآبار لدرجة أنها وصلت إلى مئات الآبار حول المدينة المنورة فقط كما فــى شكل (٥٥) ويقاس عليها معظم أراضى المملكة. أما فى احة الأحساء فإن العيــون كانت أساس الاستقرار فى الواحة، وعماد النشاط الزراعى بها، والتى من أشهرها عيون : الحقل، الخدود، شبيب، الزاوى، الحويرات، البحيــرة، مــانع كمــا فــى شكل(٥٦) وغيرها كثير، وتقع أغلبها فى وسط المــساحات المزروعــة بالنخيــل والخضراوات.



تم عملها من لوحة المدينة المنورة مقياس ١/ ٢٥٠٠٠٠

توزيع العيون والآبار فى منطقة المدينة المنورة

شكل(٥٥)



نماذج للعيون المائية شرق مدينة الهفوف - بالأحساء

شكل (٥٦)

وفى شمال أفريقيا يتم الحصول على المياه إما من العيون الطبيعية كما هو الحال فى الواحات المختلفة حيث تتدفق المياه منها حسب طريقة نشأة العيـون ، أو يتم حفر الفوجارات كما هو الحال فى جورارا وفى واحة توات ، وفـى تيـديكلت على الساحل الغربى لأفريقيا (Furon, P. 62) . أما القلوت فهى فتحات فى الصخور يتم تجميع المياه فيها ، ولذا فهى حفر مائية عميقة ومتسعة ، ويوجد منها الكثير فى وسط الصحراء الكبرى (Hudson, 1987, P. 129) بينما فى إقليم فزان فـى ليبيـا ينتشر الرى من الفوجارات . وقد حفر فى طرابلس ٨٥٠٠ بئر وفى فزان ٣٥٠٠ بئر وفى جنزور ٢٠٠٠ بئر (الكيالى، ١٩٦٦) .

وفى السودان يتم عمل الحفائر حيث بنيت خلال عـشر سـنوات نحـو ٣٠٠حفير، والحفير عبارة عن خزانات مياه سطحية صغيرة ، بالإضافة إلى آلاف الحفر التى تتجمع فيها المياه لتلبية حاجة الإنسان والحيوان (التركمانى ، ١٩٩٢، ص ٢٠٧). والحفائر هى مستودعات أرضية علـى شـكل نـصف هرمى مقلوب يتم إنشاؤها فى المناطق الطينية او الطينية الرملية وذلك بإزاحة أو إزالة التربة إلىعمق يتراوح بين ٣ – ٨ متر تحت سطح الأرض حـسب سـعة الحفير، وقد تحفر مجارى تصريف إليها من المناطق المحيطة به ويتم سحب المياه من الحفير بواسطة مضخة يدوية وتسحب المياه منه عبر انبوب من الاسبستوس، ويحـاط الحفير بجّسور ترابية وسياج من السلك الشائك وقاية من التلوث (اكـساد، ١٩٩٠، ص ٢٣٠).

وتمثل عملية حفر الآبار صورة أخرىً من صور الحصول على المياه فى السودان ، فعلى الرغم من وجود الأمطار والأنهار إلا أنه تم حفر أكثر مـن٢٢٠٠ بئر فى المناطق المختلفة للأراضى شبه الجافة (المرجع السابق ، ص ٢٠٥) . وفى مصر تم حفر الآبار فى الواحات المختلفة ، وأصبح عدد الآبار المنتجة عام ١٩٩٦ نحو ٩١٦ بئراً فى الوادى الجديد.

وإذا انتقلنا إلى العالم الجديد نجد أن عملية استخراج المياه الجوفيـة علـى

أشدها ، وإن كان يعترضها عملية استخراج المعادن والتعدين من باطن الأرض . وتنتشر الينابيع فى صحراء سونورا على السطح خاصة فى ألطابيميرا الوسطى بعدد أكبر من الغرب الأمريكى ، وتوجد الينابيع عند أقدام التلال والجبال التى يزيد تدفقها بعد سقوط الأمطار. ويتم الحصول على المياه فى صحراء سونورا من خزانات صخرية هى عبارة عن تكهف فى الصخر أو منخفض نحت فى الصخر تملأه المياه بعد سقوط الأمطار، ويشير الأمريكان والمسكيكيون إلى هذا المظهر باسم تيناجا Tinaja والتى تعنى بالأسبانية حفرة والتى يقصد بها خزان صخرى للمياه وتنتشر فى سييرابينتا فى صحراء سونورا . كما ينتشر فى الغرب الأمريكى نظام الآبار الأفقية وتعرب باسم ينابيع السحب (Hudson, 1987, P. 126)

وفى أمريكا الجنوبية تم حفر عدة آبار فى شمال شرق البرازيل بلغ عددها فى عام ١٩٣٨ نحو ٣٨٩ بئراً ، بعضها قريب من صخور النيس والأخرى فى الحجر الرملى ٤١% منها أنتج مياهاً بكميات عالية و ٣٥% منها أنتج مياهاً جيدة ، وفشل ٢٣% منها فى إنتاج المياه وكان البئر ينتج ٣٥٠٠ لتر / ساعة ، استخدم نحو ٦% من الآبار لأغراض الزراعة (Freise, 1938, P. 376) .

أما فى صحراء أتكاما غربى القارة فقد بنيت الخزانات لتوفير المياه ، ويعتمد بعض سكان الواحات بها على مياه الآبار التى تحفر فى التكوينات الرسوبية المفككة خاصة فى قيعان الأودية . كما يتم الحصول على المياه من جبال الأنديز أيضاً لتزويد مشروعات استخراج النترات ، وتسحب المياه إلى مدن التعدين ومواقع المشروعات ، وكل مدينة فى الوادى الطولى يكون لها خزان مستقل (James, 1926. PP. 209-214)

وفى قارة استراليا فتوجد كثير من الينابيع والتى من أشهرها منابع أليس فى وسط القارة انظر شكل (٤١). كما حفرت الآبار للحصول على المياه الجوفية التى تستخرج باستخدام طواحين الهواء لرفع المياه الباطنية الارتوازية فى مساحة كبيرة لتوفير المياه للحيوانات، خاصة فى الأراضى الهامشية (Buckley, 1985, P. 174). كما أن هناك من طرق الحصول على المياه أيضاً نوع يعرف محلياً باسم المناقع

وهذه المناقع عبارة عن مواضع يتم حفرها حفراً بدائياً أو بوســائل Native soaks تقليدية بدائية تأتى إليها المياه فى موسم المطر بعد انتهاء فترة التــساقط وتتحــرك إليها المياه بحرية ، بالإضافة إلى بعض الآبار التى حفرت بعمق يصل ما بين ٣- ١٠ أمتار (٣٠- ١٠٠ قدم) (Clapp, 1926, P. 216).

الفصل الثامن

البيئة الحيوية بالأراضى الجافة والقاحلة

- التربة
- النبات
- الحيوان

أولاً : التربة

(١) نشأتها

تنشأ التربة فى المناطق الجافة والقاحلة تحت ظروف المطر فى الماضى أو المطر القليل والنادر فى الأوقات الحالية، وتحت ظروف الجفاف الذى يسود مثل هذه المناطق لفترة طويلة من السنة أو لسنوات عديدة متصلة أو منفصلة، ومن هنا فإنها تصبح تربة غير متجانسة إذا نشطت الرياح ونحتت رواسبها السطحية أو إذا عملت الرياح على ارساب حمولتها فى الصحارى الشاسعة. كما أن التربة قد تعمل على تكوينها عوامل الارساب بفعل السيول، او تتكون تحت ظروف طبوغرافية سيئة ورديئة الصرف، حيث تتجمع المياه وتتكون السبخات والبحيرات وغيرها من الملامح التى ترتبط بها تربات معينة خاصة بها ومنها التربات الملحية.

وقد يتشكل سطح التربة بفعل شدة التبخر الذى يحمل معه الأملاح إلى سطح التربة، ثم يصعد بخار الماء فى الغلاف الغازى وتتراكم الأملاح فى الأجزاء القريبة من السطح مكونة عقيدات أو طبقات جيرية، كما تكون كربونات وكبريتات الكالسيوم والتى تشكل قشوراً جيرية أو جبسية. (آل الشيخ، ١٩٨٩، ص١٠٢).

ويمكن تمييز نوعان من أنواع التربة فى الأقاليم القاحلة والأراضى الجافة، الأول هو التربة المحلية، وهى التى نشأت فى موضعها عن طريق عمليات التفكك والتحلل من الصخر الأصلى، والنوع الثانى هى التربة المنقولة والتى نقلتها العوامل المختلفة سواء الرياح أو المياه الجارية أو المياه الباطنية التى تظهر مرة أخرى على السطح، أو عامل الجاذبية الأرضية حيثما تنهار الرواسب من أعلى السفوح إلى حضيض التلال والجبال، أو الأمواج والتيارات البحرية فى مناطق السهول الساحلية.

ومن أشهر التربات المحلية هى رواسب السبخات وتربة البحيرات الصحراوية، وتربة الحمادا ورواسب السرير، بينما من أشهر التربات المنقولة هى تربة الكثبان والفرشات الرملية، وتربة اللويس المنقولة بفعل الرياح، ثم تربة

الوديان المنقولة بالمياه الجارية (الحمدان، ١٣٩٦هـ، ص٧)

(٢) **خصائصها :**

تتصف تربات الأراضى القاحلة والمناطق الجافة بعدة خصائص منها :

(أ) أنها تربة تكون رطوبتها قليلة أو خفيفة إلى معتدلة، ولذا فإن إنتاج النبات يكون منخفضاً بشكل عام، ولذا فإنها تكون حسب التقسيم الأمريكى من نوع التربة ذات الرطوبة الأرضية الجافة Torric التى أشار إليها الدمرداش (١٩٩٧، ص٤٣) حيث ترتفع درجة حرارة التربة وتصبح من نوع درجة حرارة التربة الحارة hyperthermic خاصة إذا كانت تقع على مناسيب أقل وفى عروض وسطى أو بين المدارين.

(ب) أن التربة العليا تكون خفيفة وبدرجة شديدة ويمكن ملاحظتها فى حالات عديدة.

(ج) قد تصبح التربة جافة مطرها أقل من ٧٠٠ مم وتنمو نباتات فوقها تتسم بوجود أحراش طويلة أو حشائش استبس كثيف أو تختلط الشجيرات مع الاستبس (Valle et al., 1998, p.99) والجفاف هنا ليس جفاف المحتوى المائى للتربة السابق ذكره، وإنما هو الجفاف المناخى.

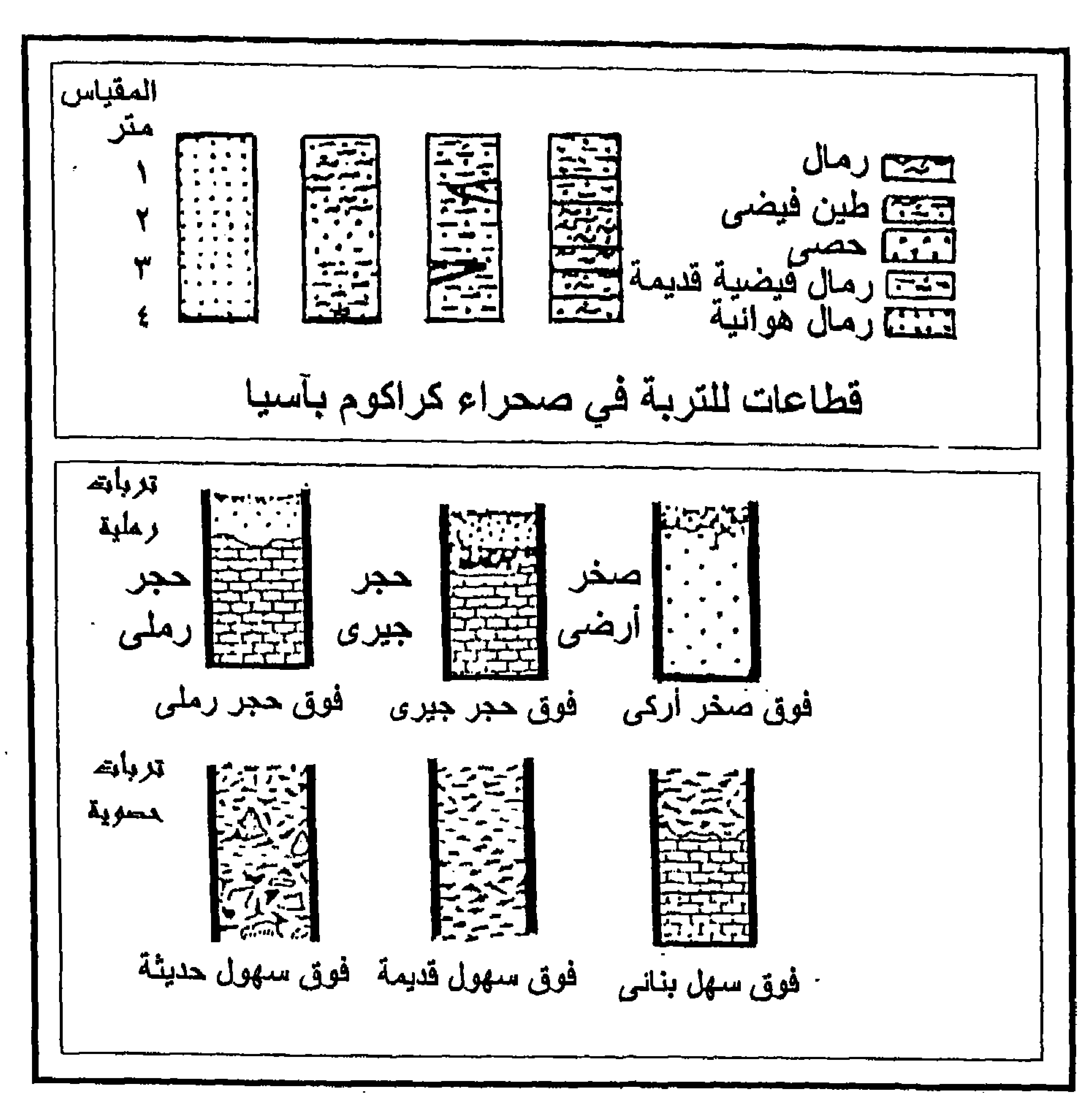
(د) تتميز تربات الأراضى الجافة والقاحلة بأن تركيز الأملاح بها يكون عالياً، وتتراوح الأملاح من كلوريد الصوديوم الذى يؤدى إلى سمومة للنباتات الزراعية إلى كربونات الكالسيوم، والتربة تكون تربات صحراوية aridosols (Marsh & Grossa, 1996, p.306)

(هـ) تقل نسبة المادة العضوية بين مكونات التربة الصحراوية نظراً لقلة المطر الذى ترتبط به قلة فى النباتات وبالتالى لا تضاف فى المادة العضوية لمكونات التربة الا بقدر ضئيل للغاية.

(٣) أنواع التربة :

يمكن تقسيم التربة فى البيئات القاحلة والصحراوية والجافة وشبه الجافة إلى أنواع مختلفة، بعضها حسب نوع النبات، والأخرى حسب حالة النحت والارساب، وتقسيم ثالث حسب الظروف المناخية، والتقسيم الرابع هو حسب نشأة التربة ومراحل تكونها طبقاً للأسس العالمية المتبعة فى التصنيف.

- **التصنيف حسب النبات** : ويوجد نوعان من أنواع التربة، الأول هو تربة الاستبس الصحراوى، وهى نوع من التربة تعرف بتربة الاستبس الصحراوى الرمادية والحمراء حسب التصنيف الفرنسي والروسي، وهى طينية غرينية على السطح، وطينية فى أغلب القطاع، وقد تحتوى على عناصر جيرية. أما النوع الثانى فهى السيروزيم : Sierozem وهى تربات ناضجة، قطاعها متطور جيداً حتى عمق ١,٥ متر، يقل محتواها من المادة العضوية، وبها كمية من الجير Lime (Aubert, 1962, p.117).
- **التصنيف حسب المادة المكونة** : حيث أن التربة إما أن تكون رملية كما هو الحال فى تربة الكثبان الرملية، كما هو الحال فى تربة الصحارى والعروق الرملية ومنها الكثير فى استراليا وفى صحارى وسط آسيا، وفى تركمانستان كما فى القطاعات شكل (٥٧) . على سبيل الذكر تربة رملية صحراوية وكلها فقيرة فى النترات خاصة النيتروجين.(Babeav & Ovezliev, 1994, p.94). مثلما الحال فى التربة الرملية والحصوية فى صحراء جوبى. وقد توجد تربات متنوعة كما هو الحال فى شمال نيجيريا فى الجزء الواقع فى إقليم الساحل حيث توجد تربة غرينية رملية، وتربة رملية غرينية، وتربة غرينية، وتربة غرينية طينية رملية، وتربة طينية (Osman, 1994, p.219) وأراضى توشكى فى جنوب مصر هى ما بين الغرينية الرملية والغرينية الطينية، وتوجد بها أيضاً التربة الطينية، والتربة الرملية الطينية، والتربة الرملية الغرينية كما فى شكل (٥٨) وجدول (٣٣).



After: petrov 1976 بتصرف

قطاعات التربة الطينية والرملية والحصوية ، فى صحراء جوبي-اسيا
شكل (٥٧)

جدول (٣٣)

أنواع التربة ونسبة مساحتها فى شرقى منخفض توشكى

م	نوع التربة	نسبتها % إلى جملة المساحة
١	طميية إلى طينية رملية، رملية إلى طميية رملية	٢,٦
٢	طميية طينية أو طميية رملية	١٣,٩
٣	طميية طينية رملية	١,٢
٤	طميية طينية	٦٩,٨
٥	طميية رملية إلى طميية طينية حصوية	٥,٨
٦	تلال ومرتفعات حجرية	٦,٧
	جملة المساحة القابلة للاستزراع	**١٠٠%**

- **التصنيف حسب حالة النحت والإرساب :** وهو التصنيف الذى أشار إليه أوبرت (Aubert, 1962, p.116) وذكر فيه أنها تنقسم إلى ٣ أنواع :

(أ) الترابات المجواه بدرجة كبيرة، حيث تنشط الرياح وتقوم بنحت الرواسب الناعمة وتتخلف الأحجام الخشنة فتتكون تربات حصوية تعرف بتربة الرق والتى من أمثلتها التربة قرب فجيوج فى الجزائر والتى يقل بها الطمى والطين والرمل، وفى تربة موريتانيا حيث تربة الرق أقل سمكاً، ويمثلها قطاعات التربة للتربات الرملية والحصوية فى صحراء جوبى.

(ب) التربات الإرسابية، وتنشأ بفعل إرساب الرياح للرمل فتكون تربة رملية، أو إرسابها للطين والطمى فتكون تربة اللويس، ومنها تربات النباك والبرخانات وسلاسل الكثبان التى تكون عروقاً رملية.

(ج) تربات غير متأثرة بالرياح سواء النحت أو الارساب، وتتكون من أحجام كبيرة من الصخور، وتعرف بالتربة الممهدة Paved Soil التى تختلف عن التربة الهيكلية، حيث تتميز هنا بالانتظام، ومنها تربة الحمادا فوق الهضاب وبالسهول الصحراوية. أما التربة الهيكلية Skeletal Soil فتوجد فى الصحارى القاحلة وشبه القاحلة وتعرف بالتربة الصخرية Litho sols وهى مفككة من الحجر الجرانيتى أو الرملى أو الجيرى، وتتميز بعدم الانتظام ومنها فى جنوب تونس وفى الضفة الغربية فى فلسطين.

- **وتصنف التربة حسب الظروف المناخية**، خاصة ظروف تساقط الأمطار إلى عدة أنواع منها ما يوجد بالأراضى القاحلة والجافة Dry:

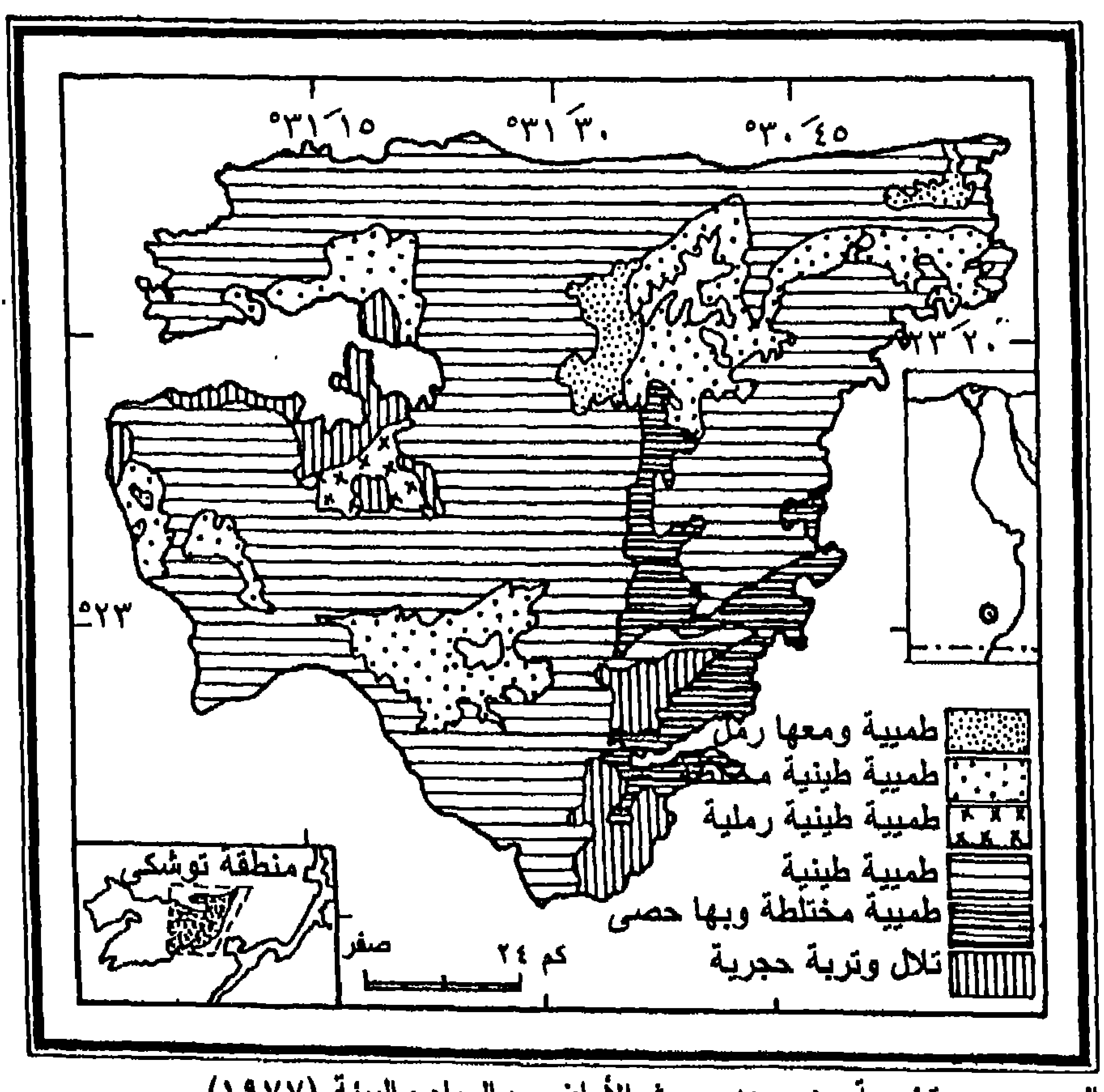
(أ) تربة التشرنوزيم، ومناخها معتدل إلى بارد، والأمطار تتراوح بين ١٨-٣٠ بوصة، والمطر صيفى، ولذا تنمو بها حشائش السهول.

(ب) التربة الكستنائية، ومناخها بارد إلى معتدل، وأمطارها بين ١٤-٣٠بوصة، وتوجد فى مناطق شبه رطبة، ولذا تنمو حشائش قصيرة وأحراش.

(ج) تربة بنية أو بنية مائلة للحمرة، ومناخها شبه جاف، وأمطارها من ١٠-٢٠ بوصة، والصيف جاف وحار، وتنمو بها حشائش أو حشائش قصيرة تختلط بها الأشجار.

(د) التربة الصحراوية، ومناخها دافئ إلى بارد معتدل جاف، المطر بين ٣-١٠ بوصة، ولذا لا تنمو الأعشاب الصحراوية.

(هـ) التربة الصحراوية الحمراء، وتوجد فى مناخات ذات حرارة مرتفعة وساخنة وجافة، والأمطار بين ٣-١٠ بوصات أيضاً، ولذا لا تنمو إلا الأعشاب الصحراوية (مصطفى ومقلد، ١٩٦٦، ص١٧٢).



المصدر: مستخرجة من معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة (١٩٧٧)

أنواع التربة فى منطقة شرقى منخفض توشكى
شكل (٥٨)

(٤) التصنيف العالمى لتربات الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة الجافة :

يعتبر دكيوتشيف عالم التربة الروسى من الأوائل الذين قسموا وصنفوا التربة على المستوى العالمى وبأسس علمية مقبولة، ولذا فإن التصنيفات التى جاءت بعده أخذت عنه، ومنها تصنيف هيئة مسح التربة الأمريكى.

ويظهر من جدول (٣٤) الرتب الرئيسة للتربات الموجودة فى الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة arid & semiarid حسب الرتب الجديدة التى أصبح يؤخذ بها عالمياً. ويتضح من الجدول أن التربات الحديثة تشغل المساحة الأكبر، وتشغل ١٣,١% من تربات العالم، وهى أساساً تربات لا نطاقية، وتضم ارسابات فيضية وقد يكون نسيجها رملى أو لومى رملى (العامرى وضى، ١٩٨٦، ص ٦٠).

جدول (٣٤)

الرتب الرئيسية للتربة فى الأقاليم القاحلة

وشبه القاحلة والتى تتعرض للجفاف فى العالم

النوع	رتبة التربة	نوع الغطاء النباتى أو الترابى	المساحة بالمليون كم٢	% من مساحة الأرض عالميا
الأول	أنتيسول أو التربات الحديثة	بركانية	١٩,٢	١٣,١%
الثانى	فيرتيسول أو التربات القديمة	طينية	١,٩	١,٣%
الثالث	أرديسول أو التربات الجافة	تربة صحارى	١٦,٦	١١,٣%
الرابع	الفيسول أو الباردة الرطبة	غابات نفضية	٣,١	٢,١%
الخامس	موليسول أو شبه رطبة	تربات حشائش	٥,٥	٣,١%
المجموع			٤٦,٣	٣٠,٩%

المصدر: After Dunkerley & Brown, 1997, p.56

ويلى هذا النوع فى الأهمية التربات الجافة وتشغل ١١,٣% من تربات العالم، وهى تضم التربة الصحراوية، والصحراوية المائلة للحمرة وتربة السيروزيم، والتربات المحلية والتربة البنية والبنية المحمرة حسب التصنيفات الأقدم (مصطفى ومقلد، ١٩٩٦، ص ١١٨).

أما باقى الترابات وهى الأنواع الثلاثة الأخرى سواء الترابات القديمة أو الباردة الرطبة أو التربة شبه الرطبة فتقل أهميتها وتتراوح نسبتها ١,٣% ، ٢,١% ، ٣,١% من ترب العالم على الترتيب. وبهذا يتضح أن الترابات الجافة والترابات ذات الأصول الفيضية.أو الإرسابية الهوائية لها السيادة فى الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة.

(٥) التوزيع الجغرافى :

تتوزع تربات الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة فى أماكن عديدة فى قارات العالم المختلفة، وحسب توزيع أوبيرت (Aubert, 1962, p.123) لهذه الترابات فى القارات المختلفة يمكن عرضها بشكل موجز. فالتربة في شمال أفريقيا بنية، ذات قشور جيرية، وأحياناً تكون رطبة حيث المسطحات المائية من سبخات وغيرها، وتكون فى الجزائر وتونس ملحية وقلوية نوع Solonchake، وتطورت التربة الجبسية فيهما. أما فى أفريقيا جنوب الصحراء فهى من نوع السيروزيم أو البنية أو الاستبس الصحراوى الرمادية، وقد تظهر قشور ملحية، ومنها تربة جنوب موريتانيا وشمال غرب السنغال ومنطقة بحيرة تشاد وبعض مواضع وادى النيل، كما توجد التربة البنية فى أنجولا وفى جنوب أفريقيا.

وتوجد فى قارة آسيا فى الصين ووسط آسيا، وفى الهند توجد بوضوح أراضى ملحية (السولونشاك)، وفى إيران توجد الترابات البنية المائلة للحمرة، بينما توجد الترابات القاتمة اللون حول بحر قزوين فى روسيا وإيران، كما توجد فى وسط العراق أيضاً.

وتظهر تربات الأقاليم شبه القاحلة فى أوربا فى الشرق والوسط وهى تربات بنية أو من نوع السيروزيم أو تربات مالحة وهى صغيرة المساحة، كما توجد فى تركيا فى هضبة الأناضول.

وتتوزع تربات الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة فى أمريكا الشمالية بحيث تغطى ٢٧٠ مليون هكتار، وهى نوع السيروزيم أو البنية المائلة للحمرة، وتوجد أيضاً

تربة الاستبس الرمادية والتى تعرف هناك بأنها التربة الصحراوية، وذات اللـون القاتم المعروفة هناك باسم جروموسول Grumosols.

أما فى أمريكا الجنوبية فتنتشر تربات الأراضى الجافة والقاحلـة فـى وادى سان فرنسسكو وفى شمال شرق البرازيل فى ولاية باهيا وفـى شـيلى وبوليفيـا وإكوادور.

وتنتشر التربة الرمادية فى استراليا وهى من سمات المناطق الجافة والتى تقع فى تصنيف كبن لمنـاخ اسـتراليا فـى BSh (Taylor, 1933, p.113) أى المنـاخ الصحراوى المرتفع الحرارة والتى يزيد فيها المعدل السنوى لدرجات الحرارة عن ١٨°م، ولكنه شبه جاف. كما توجد التربة السوداء فى نطاق السافانا فى ظل مطـر ٢٠-٣٠ بوصة /السنة. وتربة الاستبس الصحراوى هناك رمادية اللون، وتوجـد تربات قاتمة مع وجود ملامح الجلجاى Gilgai فى المناطق شبه الرطبة، بالإضافة إلى التربات المحلية.

التطبيق على المملكة العربية السعودية :

هناك نوعان من التربة موجودة فى المملكة العربية السعودية إذا نظرنا إلى أساس أو مصدر المواد التى تكونت منها رواسب التربة المفككة. فهناك تربة نشأت نشأة موضعية، أى تفككت الرواسب من الصخور الأصلية فى المنطقة وذلك فـى مكانها وتطورت الرواسب من حيث الحجم حتى اكتملت صفات التربة. مثل هـذا النوع نجده فوق الهضاب وفى المواضع الصحراوية وتعـرف بتربـة الارصـفة الصحراوية مثلما الحال فى تربة الحمادا وكلها نتجت عن عمليات التجوية، وتربة السفوح مثل سفوح عسير وسفوح منطقة الطائف.

أما النوع الثانى فى هذا التقسيم فهو التربة التى نقلتها عوامل جغرافية مثل الميـاه الجارية والسيول، أو الرياح وحتى العوامل البحرية فى البيئة الساحلية، حيث يـتم نقلها بعيدًا عن مصدرها ويحدث ارساب للرواسب بعد ذلك وتتراكم وتعرف بالتربة المنقولة، والتى من أمثلتها تربة المراوح الفيضية ودلتاوات الأدوية، على جوانـب

جبل طويق، غرب جبال الحجاز وعسير حيث تتراكم رواسب دلتاوات الأودية المنحدرة نحو سهل تهامة، وتربة السهل الساحلى، إضافة إلى تربة الروضات ورواسب القيعان فى هضبة نجد وفى المنطقة الشمالية والشرقية، وتربة بطون الأودية، والباطن والبطين. كما أن التربة الرملية الممثلة فى الدهناء وتربات العروق الرملية وفرشات الرملية وكلها رواسب نقلتها الرياح وارسبتها بعيدا وكونت بها تربة رملية.

أما عن أنواع التربة فى المملكة حسب حجم الرواسب التى تتكون منها التربة فإنه يمكن أن نعتمد فى عرض هذا التقسيم على تصنيف الوليعى (١٩٩٧، ص ص ١١٤-١١٧) فى تقسيمه للتربة إلى أنواع نذكرها بإيجاز على النحو التالى:

(١) **تربة طميية عميقة** : وتوجد فى هضبة نجد، وشكل شريطى من الشمال إلى الجنوب فى سهل تهامة، وجنوب منطقة الحدود الشمالية، وغربى جبل طويق وشرقه، وتظهر على جانبى الأودية الجافة الكبيرة فى صورة مدرجات أودية وهى ما تعرف بالمدرجات النهرية.

(٢) **التربة الرملية الطميية** : ونسيجها أقل نعومة عن النوع السابق وتتجمع رواسبها فى مواضع السهول الفيضية الفسيحة والضيقة، والكثبان فى مرحلة النشأة أى التى فى بداية تكونها فى قيعان الاودية مثلا كما فى وادى العتش (أو العتك) شمال الرياض بـ ١٠٠ كم، وتوجد بين الكويستات أو بين الجالات فى المواضع المنخفضة وبين الصفراوات خاصة فى منطقة القصيم وشمال منطقة الرياض، وفى المنخفضات مثل الجوف وسكاكا والقصيم والأحساء. فتربة الأحساء هى بشكل عام رملية (٧٠-٧١ رمل) مع نسبة قليلة من الطمى والطين (١١-١٦%، ٩ - ١٣% لهما على التوالى ولذا فإن تربتها تتراوح ما بين رملية – طفلية او طينية طفلية بينما تصبح التربة على أطراف الواحة رملية من مختلف الأنواع والدرجات والأحجام كما فى شكل (٥٩)، وسهول شمال تيماء، إضافة إلى وجودها فى المنطقة بين صحراء

الربع الخالى شرقاً وجبل طويق الجنوبى غرباً. فتربة مناطق المراوح الفيضية المجاورة لنفوذ الثويرات فى منطقة القصيم عبارة عن حصى ، ويتخلله مواد غرينية ويشبهه الحال مراوح جبل طويق.

(٣) **تربة طميية** : وحجم رواسبها وسط بين النوعين السابقين، وهى هنا ضحلة العمق، ولذا فإنها إما قليلة العمق أو متوسطة فى عمق قطاع التربة، وتوجد على السفوح الجبلية أو جوانب الأودية وقيعان الأودية، ولذا فإنها ترتبط بنطاق صخرى، وهى تتوزع فى : شرق جبل طويق، فى هضبة العرمة شرق الرياض، فى الهضاب الشمالية خاصة هضبة الحجرة، كما ترتبط بجبال الحجاز وهضبة نجران.

(٤) **تربة قيعان وسهول**: وهنا يكون الإنحدار خفيفاً مما يساعد على تجمع الرواسب وإن كانت خشنة أو غير خصبة لذا فإنها لا تصلح للزراعة ولكن تنمو بها الاعشاب فتصلح للرعى، وتتوزع فى مناطق : المنطقة الشرقية والشمالية الشرقية فى هضبة الصلب، وصحراء الجافورة والبياض ووصولاً إلى الشمال حتى حفر الباطن ، ومنخفض يبرين (جبرين) فى الوسط الشرقى، إضافة إلى وجودها فى حوض وادى الدواسر، وجنوب شرق حائل.

(٥) **تربة الكثبان** :.ورواسبها رملية من مختلف أحجام الرمل، حيث أن الكثبان الرملية ٩٥% من حبيباتها عبارة عن رمل والباقى سلت وطين. وهى تربة تغطى مناطق الكثبان وفرشات الرمال والسهول الصحراوية الجرداء، وتمتد بشكل عام من الشمال إلى الجنوب، حيث نفود الدهناء شمالاً والنفوذ الكبير فى شمال حائل وتيماء، وفى الجنوب صحراء الربع الخالى ومجموعة النفود فى شمال وشمال غرب منطقة الرياض من جهة وفى منطقة الدواسر حيث عزق سبيع وغيرها من جهة أخرى.

(٦) **التربة المحلية** : وهى تنتشر إما داخليا فى المناطق سيئة الصرف كما فى واحة الاحساء وشرق الربع الخالي وفى العوشزية بالقصيم وفى منطقة مملحة



عن البراك ١٩٩٣ بتصرف

أنواع الأراضي(التربة) في واحة الأحساء

شكل (٥٩)

القصب أو ساحليا حيث تنتشر السبخات الساحلية فى المنطقة الشرقية على ساحل العقير قبالة الأحساء، وعلى ساحلى الدمام والظهران وسيهات والقطيف، حيث البحيرات الملحة والسبخات ذات القشور الملحية التى تغطى التربة. ويشبهها فى ذلك مناطق كثيرة مبعثرة على طول الساحل الغربى للمملكة على الهامش الغربى لسهل تهامة.

ثانياً : النبات

تتنوع الحياة النباتية فى الأقاليم القاحلة arid وفى النطاقات الجافة dry والتى تقع تحت الاهتمام بالدراسة، على الرغم من قلة الأمطار والنقص فى رطوبة التربة.

فهناك نباتات صحراوية، ونباتات حشائش الاستبس الحار وأخرى من نوع الاستبس المعتدل فى وسط آسيا وجنوب أمريكا الجنوبية، ولهذا يعتمد نوع النبات والغنى النباتى حسب الأحوال المناخية الحرارية والمطرية، ومتأثراً أيضاً بظروف التربة.

(١) أنواع النباتات :

تتميز النباتات الصحراوية بأنها بسيطة فى تركيبها، وفقيرة فى تطورها ونموها، والغطاء النباتى يكون مفتوحاً نظراً لتباعد النباتات وعدم استمراريته بزيادة القحولة. وقد تعرف هلز (Hills,1960) على أربعة فئات للنبات فى البيئة القاحلة تكون لها علاقة بالنقص فى كمية المياه المتاحة وهى :

(١) أحراش وشجيرات موسمية وتشمل تجمعات الصبار بشكل محدد ويوجد منها فى جنوب غرب الولايات المتحدة، وأحراش ذات أشجار منخفضة وقصيرة.

(٢) نباتات فصلية ذات أنواع قليلة قصيرة النمو وهى من النوع العصارى ذات ارتفاع ٣٠-١٢٠سم فقط، وشجيرات قصيرة وحشائش فصلية.

(٣) نباتات أحراش دائمة أو فصلية تتركب من كل من النباتات الدائمة أو

الفصلية وتسود بها الحشائش.

(٤) نباتات تنمو بشكل عرضى أو مؤقت والتى توجد فى صورة غطاء مسطح يسود طول العام فى المناطق التى تسقط فوقها أمطار منخفضة أو غزيرة من حين لآخر فوق تربة هذه المناطق والتى تستعيد فيها التربة رطوبتها (Tivy, 1993, p.239).

ومن أمثلة النباتات التى تنمو فى تجمعات رملية فى معظم أرجاء الوطن العربى، فى شكل تجمعات نباتية صغيرة من الشجيرات والنباتات القصيرة، التى تتميز بجذور عميقة تثبتها هى : الرمث، الغضى، الأرطى، الثمام، الرتم العجرم، الثمام. إضافة إلى : السلم، السمر، العوسج، الغاف، الاثل، الأراك.

أما حشائش الإستبس فقد ميز جودال وبيرى Goodal & Perry بين الاستبس فى المناطق شبه الصحراوية والتى تتميز بأنها أحراش قصيرة النمو والتى تكون نحو ١٠ – ٣٠ % من الغطاء النباتى الطبيعى مع وجود حشائش فصلية، وبين الصحراء الحقيقية والتى بها نباتات الصبار حيث تقل تغطية النباتات والأحراش عن ١٠% أو أقل، مع وجود قليل من الأحراش الطويلة التى تصاحب الأعشاب السنوية التى تزدهر فى فصل سقوط الأمطار، ولا تزيد تغطية النبات عن ٥٠% فى أفضل فصول السنة فى تساقط المطر على الإطلاق.

وتوجد فى بعض مناطق الأراضى الجافة أنماط من نباتات الاستبس. ففى الصحراء الكبرى وصحراء شيلى وصحراء النفود بالسعودية توجد مناطق شديدة الجفاف وبها مناطق تفصل بين الهوامش الممطرة صيفا وأيضا تلك الممطرة شتاء وأن هذا الفصل ليس واضحا تماماً. ففى الجنوب الغربى الأمريكى يوجد الاستبس الشجرى الشمالى يختلط فى المنطقة الوسطى باستبس السنط الجنوبى (والطون، ص ١٤١).

وهناك أنوع من الحشائش تسود فى المناطق شبه القاحلة ومنها أراضى الحشائش شبه القاحلة، وتوجد فى المناطق الواقعة بين الغابات الرئيسية والصحارى وتكون فصلية والتباين فيها يكون كبيراً، والتى توجد حينما لا تكفى رطوبة التربة

لنمو الأشجار (Ibid, p.216)، حيث يتضح أن هناك ارتباط كبير بين توزيع الحشائش وتوزيع المناطق التى يحدث بها قحولة arid فى قارات العالم المختلفة، سواء الحشائش الحارة أو الحشائش المعتدلة.

(٢) التكيف النباتى :

تتكيف النباتات مع ظروف المناخ خاصة فى المناخ الصحراوى الذى يتسم بارتفاع الحرارة معظم السنة والتى يصاحبها قلة الأمطار. فالنباتات العشبية يصل تحملها لدرجات الحرارة حتى ٥٠-٥٥°م فى الهواء الجاف، وبعض النباتات مثل الصبير opuntia ونوع prickly pear وهو التين الشوكى الذى له القدرة على تحمل الحراراة فى المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية تتحمل حتى ٦٥°م، بالإضافة إلى العديد من قشور الآشنات أو الحزازيات التى تتحمل الحرارة فى هذه البيئة بدرجة كبيرة تصل إلى ٧٠°م أو أكثر (Tivy, 1993, p.233).

وهناك كثير من الأنواع النباتية لها القدرة على الصمود أمام الرياح فى الصحارى، خاصة حينما تحمل هذه الرياح كميات من الرمال، وتعمل النباتات على تجميع الرمال حولها. وتنمو النباتات فى الرمال التى ارسبتها الرياح بخاصية معينة، ومن أمثلتها : نباتات ساكنة الرمال Sand dwellers ونباتات مغلفة للرمال Sand binders،.والنوع الأخير يعمل على بناء النباك والتلال الرملية – ذات الأصل النباتى، وتعمل على تثبيت الكثبان الرملية وتقلل من حركتها (Kassas, 1966, p.155) وعادة ما يكون هناك صراع بين تجمع الرمال فوق وحول النبات وسرعة نمو النبات فوق هذه الرمال فى شكل صراع من أجل البقاء فوق السطح.

أما تكيف النبات مع الرطوبة واحتياجاته المائية فهى الأكثر حيوية لأنه تتم عملية التمثيل الضوئى فى ظل الرطوبة، أو تحفظ الخلايا النباتية فى حالة حية، لهذا فإن الجفاف dry الذى يكون طويلاً يكون كافياً لأن يقتل النباتات الكاملة النمو، ويحدث الجفاف كل ٥ سنوات مثلاً، وحينما يقتل النبات القديم فإنه يحدث تجديد

وتوالد مرة ثانية والتى تبدأ مع حدوث تساقط مطر جديد، لذا نجد أن النبات يكيف نفسه مع الجفاف مثل الأكاسيا التقليدية (السنط) أو النمطية فى القارة الأفريقية وغيرها فى الهند والبرازيل حيث تموت النباتات العشبية فوق سطح الأرض فى نصف الفصل الجاف وتظل جذور النباتات خضراء (Young, 1998, p.17).

وتؤثر كمية المطر على مقدار نمو النبات، حيث أنها تحدد بدرجة كبيرة مقدار كمية المياه المتاحة للنبات، حيث أنه إذا زادت كمية الأمطار من ١٥٧مم إلى ٣٥٧مم فإن ارتفاع النبات من نوع الساكسول يزيد من ٢٠سم إلى ٣٤سم فوق سطح الأرض. كما يرتبط بذلك نقص فى أطوال جذور النبات والتي يقل طولها من ٣٥ سم إلى ٢٥ سم لأن النبات لا يحتاج لإجهاد نفسه للحصول على المياه من أعماق أكبر للتربة حيث تتوافر المياه – بين حبيبات التربة السطحية.

وقد يتكيف النبات فى البيئات الصحراوية والقاحلة بأن يختزن المياه فى الجذور أو فى شكل بصيلات تحت سطح التربة، وقد سجلت مثل هذه البصيلات فى نبات يعرف باسم Leontice eversmanni وهذه البصيلات كبيرة الحجم وتشبه البطاطس والتى وجدت فى صحراء التركستان، حيث حفظت لمدة ٣ سنوات ولم تفقد وزنها بسبب جفافها، ثم نمت بعدما انتهى الجفاف الطويل (Norton & Company, 1965, p.64)

وتوجد بعض النباتات التى تكيف نفسها مع قسوة ظروف الصحراء والتى من أمثلتها النباتات المحبة للملوحة والتى تتطلب تربة ملحة، ولذا فإن النقص فى الكلوريدات وفى السلفات سوف يجعلان النبات يعانى من العجز فى الأملاح ويواجهه مجاعة ويناضل من أجل الحصول عليها.

وقد يواجه النبات العجز المائى عن طريق تعميق وإطالة الجذور للحصول على المياه من طبقات أعمق للتربة ومن أمثلتها نبات الساكسول Saxaul فى جنوب شرق صحراء كراكورم الذى لا يزيد ارتفاع عن ١-٢ متر فوق السطح فى حين يدب بجذوره إلى أعماق تزيد عن ٤ أمتار (Petrov, 1976, p.324) وذلك ليتمكن من الحصول على المياه العذبة، حيث يصل بشبكة الجذور إلى مستوى الماء الأرضى

groundwater ويشبهها البعض بأن هذا العملية تشبه حصول الإنسان على المياه فى الصحراء حيث يحفر الإنسان الآبار لرفع المياه إلى السطح، ومن أمثلة النباتات التى تقوم بهذه العملية شجرة الأثل أو العبل Tamarix وشجرة القطران المالح salt cedar والتى تماثل شجرة الأرز، حيث ترسل الأشجار بجذورها فى أعماق الأرض، ويشير البعض إلى أنه مجرد وجود مثل هذه الأنواع فى أى منطقة صحراوية دليل على وجود مياه جوفية أسفل السطح فى هذا الموضع الصحراوى (Norton & Company, 1965, p.65).

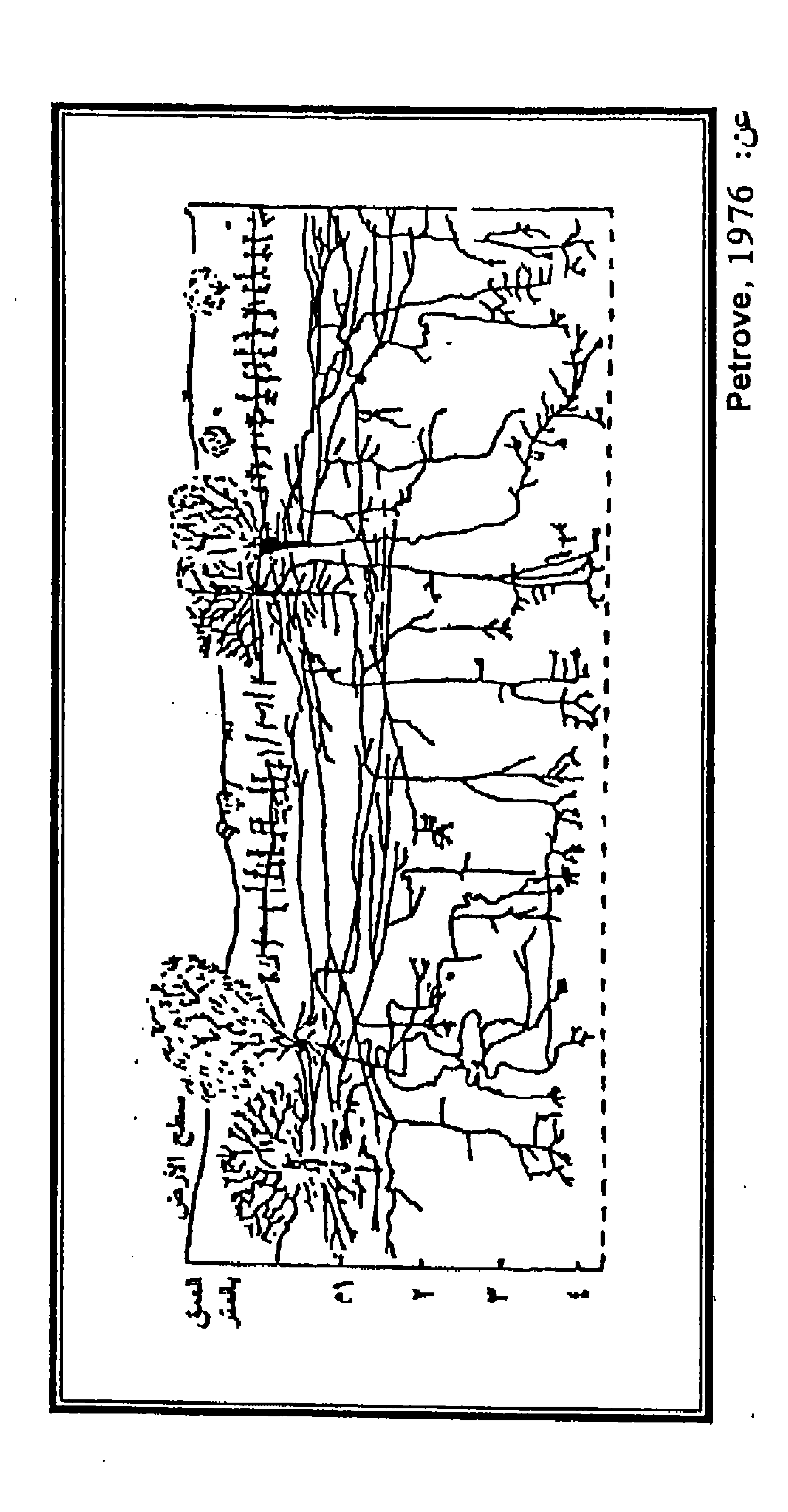
وتوجد نباتات تختزن المياه فى أوراقها مثل نبات الصبار والتين الشوكى وتصبح معظم مكونات الأوراق عبارة عن خلايا مشبعة بالرطوبة.

وتوجد طرق أخرى يتكيف بها بعض النباتات، سواء بتقليل المياه المفقودة من النبات، أو بتعديل وضع وضبط النبات فى الوقوف أو مواجهة العجز المائى وذلك بسلوك أفضل الطرق للحصول على المياه من الهواء مباشرة عن طريق الندى وتكثيف الضباب والمياه الموجودة فى شكل غازى (Tivy, 1993, p.234).

التوزيع الجغرافى للنبات :

يوجد فى قارة آسيا فى الدول والمناطق التى تتسم بالجفاف أنواع ملائمة للبيئة، حيث نجد فى شمال الصين فى المناطق الجافة وشبه الجافة أنواع من الأرتيميزيا (نبات الشيح)، ونوع السالكس Salix، وبعض الأنواع من النباتات المحبة للملوحة فى الأراضى المنخفضة مثل Elymus (Eldridge & Squires, 2002, p.39)..

أما فى صحارى زونجاريا- كازاخستان فتوجد نباتات متوسطة فى درجة تحملها للجفاف فى شكل أحراش أو شجيرات فى الصحارى الرملية، وتوجد أنواع العراد Salsola فى صحراء جوبى وحوض زونجاريا وهو نبات شوكى يتحمل الملوحة، بينما توجد الأرتميزيا فى سهول البيدمونت الحصوية فى النطاق الصحراوى زونجاريا -كازاخستان، بينما فى الصحارى الحصوية



نظام توزيع جذور نبات الساكسول جنوب شرق صحراء كركورم

شكل (٦٠)

والحجريـــة توجـد نباتات أحراش وأشباه أحراش تنمـو فــى رواســب جبـسية (Petrov, 1976, pp.141-142)

أما فى النطاق الصحراوى الإيرانى – الطورانى الجاف فى آســيا فتنتــشر النباتات المحبة للجفاف Xerophytic فى شكل شجيرات، والأشجار المرتفعة وتظهر الأحراش وأشباه الأحراش كمظهر نباتى، وتوجد فصائل الأرتميزيــا، والأعــشاب Herbaceous مع وجود الارتميزيا مختلطة بها، وتتميز بوجود الآشـنات وأنــواع الغاسول Saltwart السنوية، مع وجود مناطق ملحية واسعة.

وفى صحراء وسط آسيا ومنغوليا تصبح البيئة فقيرة أو تختفى منها النباتات فى مناطق الكثبان والصحارى الحجرية وذات الأرصفة الصحراوية وإذا وجـدت فإن أنواع الغاسول يوجد فى مناطق قليلة.

وفى جنوب آسيا يوجد فى الهند أنــواع المــسكويت Mesquite ويــستخدمه الهنــود لإصلاح الآوانى الفخارية المكسورة، ويصنع منها فحم نباتى وهو غنــى بمادة السكر والمواد الحمضية ويصنع منه الكحول أيــضاً (Norton & Company, 1965, p.85) وتنتشر الصحراء متدرجة من نوع السافانا، وتوجد أشجار متباعــدة ومعزولة من السنط العربىAcacia Arabica ومن نوع الــسنغالية أيــضاً وبعــض الأشجار شبه المدارية (Petrov, 1976, p.39).

وفى شبه الجزيرة العربية توجد فى الكويت نباتات معروفة بأســماء محليــة عربية مثل الرمث والعرفج والهرم والثمام والعجرم (جــودة، ١٩٩٨، ص٢٦١)، وفى قطر والبحرين حشائش وأعشاب فقيرة ومبعثرة ترتبط بسقوط الأمطار، بينما فى سلطنة عمان يوجد القرنة والرابى والكحل وهى مقاومــة للحــرارة (المرجــع السابق).

وفى المملكة العربية السعودية يوجد غرباً وفى الجنــوب الغربــى غابــات العرعر والسنط، وفى الربع الخالى مجموعة الأورطى والعبل والفضا ومجموعــة الرمث، ومجموعة الثمام Panicum ومجموعة العرفج، وتوجد الأكاسيا فى وديــان

هضبة نجد وغيرها من الأودية والرتم Retama والأثل أو الطرفة، بينما يوجد في الهضاب الصخرية النكد Anvillea والآرى والسلة Zilla (الشوربجى والشريف، ١٩٩٤، ص ص ٤٦٢-٤٧٠).

وإذا انتقلنا إلى القارة الأفريقية نجد في مصر نبات الغسول الفوركانى وهو دائم ترافقه نباتات حولية فى الصحراء الحصوية، والطرفاء والغردق والعشر والعجرم والشويكة. وهناك نباتات الحنظل والسلة والسكران (مجاهد وآخرون، ١٩٩٠). أما فى الجبال والهضاب فبالأودية نباتات معمرة مثل القضبة والجرية والحرة والرسو وبعض الحوليات معها. وفى سيناء يوجد الاراك والعشر والأكاسيا، بينما فى واحات الصحراء الغربية يوجد العقول والطرفاء والسمار والحلفا والبوال والغجرم والسكران. (التركمانى، ١٩٨١) بينما يوجد فى جبل علبة جنوب شرق مصر نباتات أم البيت والعجوم والسماق والبطم والحماط والبلسم والقرمل Zygophyllum الذى يظهر فى السنوات المطيرة وشجيرات العرار والسمر والبلسم والشت (مجاهد وآخرون، ١٩٩٠، ص ص ٣٨٠-٣٨٥). بالإضافة إلى نخيل الدوم hyphaene الذى يوجد بكثرة فى منخفض توشكى على طول درب الأربعين.

وفى السودان تنمو أشجار الأكاسيا والتنضب، والمسكويت إلى الشمال من الخرطوم وفى كسلا وكردفان، ونبات العشار الذى يزيد طوله عن مترين، وتنمو فى واحة أركويت نباتات شبيهة بالصبار وأكاسيا (Kassas, 1966, p.156).

ومن أشهر النباتات الطبيعية نمواً فى ليبيا نبات رانثيريم Rhanterium Suaveolent قرب بن قردان وسيدى طوى والمعروف فى البيئة العربية بالعرفج (Le Houérou, 2002, p.12) بينما فى تونس يوجد الارتميزيا والاستبس المعروفة هناك بنبات الحلفا فى المناطق الحجرية ومناطق الجبال. والاستبس هناك فى المناطق الأكثر جفافاً والمعروف بالاستبس الرملية، ثم الاستبس المفتوح جداً فى المناطق الصحراوية، والاستبس فى المناطق الملحية والتى تتخللها نباتات محبة للملوحة خاصة فى مناطق المنخفضات (Mabbutt & Floret, 1980, p.13).

وفى الجزائر يوجد الارتميزيا من نوع herba Alba الذى يعرف باسم الشيح بين العرب، ثم العجرم Anabasis، والنوع الثالث هو أعشاب الدورف ويعرف باسم حريف خاصة فى الجزائر، والارتميزيا يلائمها ١٦٠ ملليمتر مطر، وحرارة ما بين ٥,٥-٣٣°م (Le Houérou, 2002, p.7).

وتوجد النباتات الطبيعية فى قارة أمريكا الشمالية فى جنوب غرب الولايات المتحدة. ففى صحراء أريزونا يوجد نبات Sop وأنواع من الصبار Cactus المنفردة والتى تكون لديها القدرة على الإمساك بكمية من المياه تبلغ ٥٠٠-١٠٠٠ جالون (Macdougal, 1912, p.455) وينمو فى نيومكسيكو وتكساس نوع Lechugilla وتنتج ألياف تستخدم فى أغراض صناعية. وتنمو فى يوتاه شجرة الغزال sag، بالإضافة إلى نبات الشيح المعروف بالارتميزيا، والذى ينمو بكثافة كبيرة فى الصحراء. أما فى صحراء سونورا فتغطى النباتات نحو ١٠-٢٠% من السطح فى بعض المناطق ومن النباتات : الاكاسيا والمسكويت والصبار الكثمرى Chollas وهو نبات شوكى. ويوجد فى حوض سالتون فى منطقة بحيرة أوتيرو ٦ أنوع نباتية فقط لشدة ملوحته، وينمو بعضها فوق الكثبان الرملية.

ويقسم القصاص النباتات فى أمريكا الجنوبية فى المناطق الصحراوية إلى عدة أنواع، منها ما هو صحراوى صرف مثل تلك الموجودة على ساحل بيرو وشمال شيلى، والإستبس الغنى بالأشجار تتخللها تربة خالية من النبات فى الفصل الجاف وتوجد فى بونا وفى بتاجونيا، وشجيرات الصبار وتوجد فى بيرو وفى أنتى بونا بالأرجنتين. وتوجد الغابات والشجيرات الشوكية Thorn Forest بصورة تبدو عبارة عن أدغال طويلة وأشجار قصيرة ومنخفضة وأوراق صغيرة الحجم ومنها أشجار المسكويت وسط شيلى. ثم أنواع تسود فيها الأحراش والأشجار والشجيرات الصغيرة والمناخ أقل جفافاً ومنها ما هو وسط شيلى أيضاً. وأخيراً نجد الاستبس الحشائشى المحبة للجفاف وتبدو بصورة متباعدة، ومنها إستبس غرب بتاجونيا (Kassas, 1966, p.162).

وتنمو فى شمال شرق البرازيل فى المنطقة الجافة dry الغابات فى هيئة أشرطة ضيقة ذو كثافة معتدلة على طول الأجزاء المنخفضة من الأنهار الموسمية وعلى جوانب السفوح التى تستقبل رطوبة فى صورة ندى Dews أورزاز، وتوجد نباتات محبة للملوحة، كما ينمو البطيخ والفول المائى Water beams ونوع Vasantes (Freise, 1938, p.365). وهناك نوع من مجموعة النباتات الصحراوية الذى ينتشر فى الصحارى الأمريكية بدرجة كبيرة وهى الصبار والتين الشوكى Cacti وكانت قد نمت منذ ٥٠ مليون سنة هناك قبل نشأة الجبال الغربية فى ظروف مدارية رطبة، ولما تغيرت الظروف الطبيعية والمناخية خاصة تكيف النبات مع الظروف الجديدة. وبعض من فصائله تنمو فى الانديز الغربية، وتبدو بشكل نباتات اسطوانية أو دائرية، وهذا المظهر يقلل من سطح النبات لأدنى حد ممكن فيقل التبخر، بالإضافة إلى أنه يختزن الماء حيث يقوم بإغلاق الفتحات والمسامات الموجودة بأسطح النبات حينما يكتمل تشبعه بالمياه. ويوجد هذا النوع فى البرازيل وتقوم الماشية برعيه مثلما الحال فى استراليا وفى المكسيك (Norton & Company, 1965, p.68)

وأخيراً فى صحراء القارة الاسترالية نحو ٢٦٠٠ نوع من أنواع النبات تم التعرف عليها، بعضها يوجد فى رمال الصحراء فى المواضع المنخفضة بين محاور الكثبان والحافات الرملية والتى تعتمد على المياه المحتمل وجودها تحت السطح ومنها شجيرات الخيس bruch بينما يوجد نبات pindan فيما وراء الحافات الرملية. وإذا اتجهنا من صحراء غرب استراليا نحو الجنوب يتغير المظهر وتظهر أشجار الصمغ الصحراوى، ثم الحشائش الشوكية spinifex ثم الحشائش العادية والتى ازيلت فى الماضى بفعل الرعى. وفى الحدود الشمالية للصحراء ينمو العشب بارتفاع بضعة أقدام (Clapp, 1926, pp. 220-229).

التطبيق على السعودية :

تتميز النباتات الطبيعية فى السعودية بعدة خصائص من أهمها :

١- أنها نباتات تقاوم الجفاف عن طريق تقليل النتح من الأوراق.

٢- هى ذات جذور عميقة للحصول على الماء من باطن التربة.
٣- أن معظمها نباتات فصلية أو حولية.
٤- تخزن بعض النباتات المياه بطرق مختلفة ولذا فإنها نباتات عصارية.

وتنقسم النباتات فى المملكة إلى مجموعتين كبيرتين هما النباتات الحولية والتى تنمو فى فصل واحد من فصول السنة، والنباتات المعمرة، والتى توجد على مدار السنة. ومما لاشك فيه أن البيئة الصحراوية فى المملكة قد انعكست ظروفها على نمو أنواع نباتية عشبية تنمو فى فترة معينة من السنة عقب سقوط الأمطار القليلة، ومن هذه الأنواع : حميرا، قطنية، خريمة، وخزامى، سكران، تربة، مكنان، وبيرة، ونفل، وقرمل .

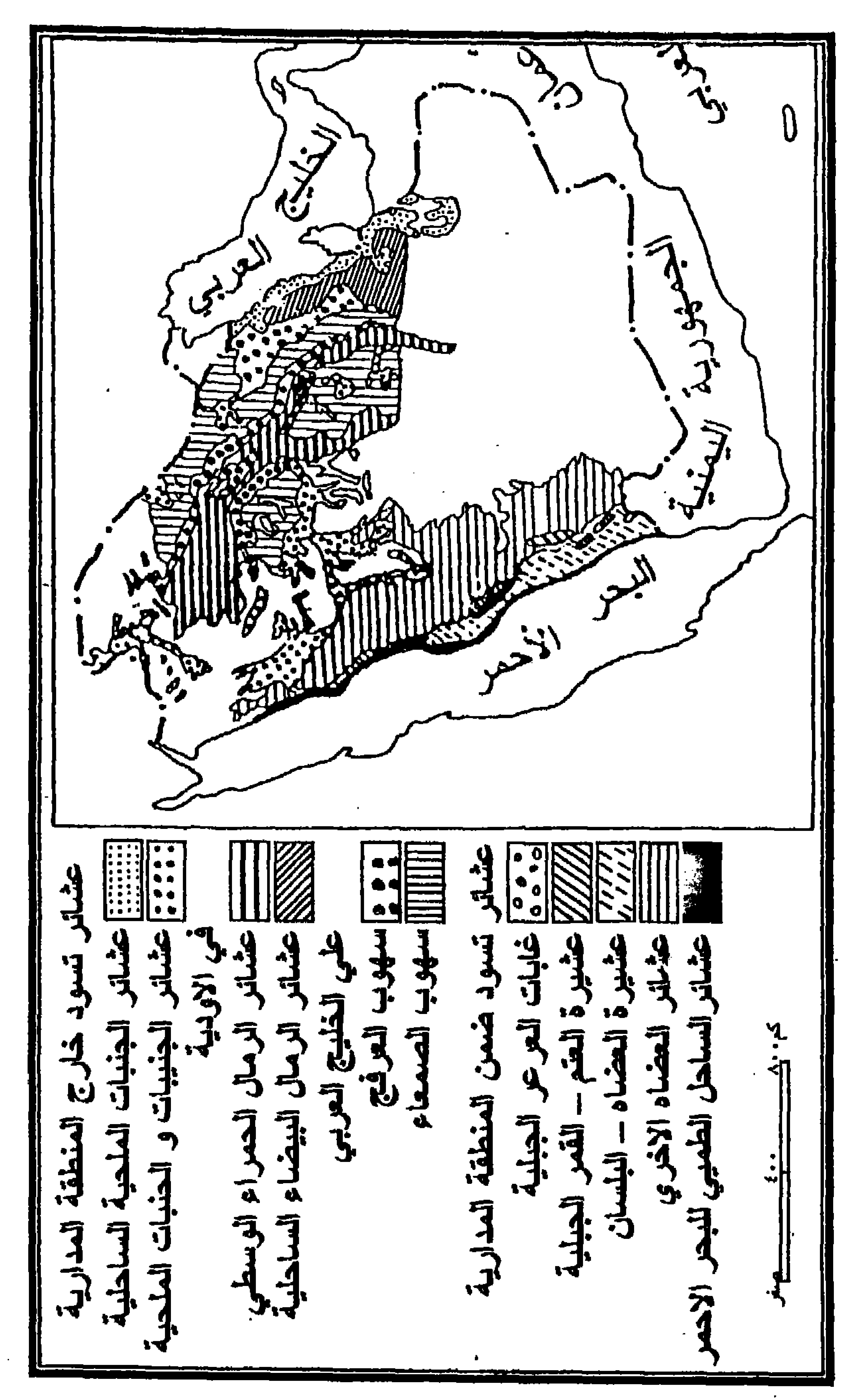
أما النباتات المعمرة فى هذه البيئة فلاشك أنها سوف تكون أقل نسبياً فى الانتشار، وإذا وجدت فإنها تكون فى مواضع محددة مثل الروضات، وبطون الأودية ونطاق الباطن والبطين، وحول منابع العيون. ومن أمثلة أنواع النباتات المعمرة: حمة، رمرام، العوسج، الثمام، العرفج، الحرمل، الشنان، والأثل .

أقسام النبات حسب الأقاليم الجغرافية بالمملكة :

إذا نظرنا إلى الأقاليم الجغرافية للمملكة العربية السعودية بدءاً من الشرق إلى الغرب نجد أن الإقليم الشرقى والذى يعرف تجاوزاً بالمنطقة الشرقية يضم أكثر من ١٠٠ نوع من الأنواع النباتية، أغلبها أسماء محلية، ومنها غبيراء، سهيباء، تربة، شوع، شواد، أرطى، قطف، الطرفاء، جرجير، حارة، لفل، سعدان، حُلوة، قُرم، فرس، مكنان، عكرش، خافور، سعد .

ويضاف إلى هذه النباتات مجموعة أنواع أخرى ترتبط بالسبخات والملاحات، وأخرى ترتبط بالبيئة البحرية مثل نبات المنجروف الذى ينمو على الشاطئ الشرقى فى الدمام والقطيف وغيرها .

أما الإقليم الأوسط فهو إقليم هضبة نجد، حيث تنمو فى كثير من جهاتها



الغطاء النباتى فى المملكة العربية السعودية

شكل (٦١)

أشجار الأثل واليثموم والحسك والزلا، كما ينمو العرفج والرمث. وتنمو الأعشاب الرعوية وكذلك الخبازى والبرسيم البرى. وفى نطاق الدهناء ينمو نبات الصمعاء والثمام (أبو العلاء ١٩٧٩) .

بالانتقال إلى الإقليم السهلى ثم الهضبى إلى إقليم جبال البحر الأحمر، السروات والحجاز، تزدهر الحياة النباتية نسبياً، وتنمو حشائش المراعى، ونبات السلم يلاحظ أنه يوجد فى مجارى الأودية، وتنمو أشجار كثيفة من نوع العرعر، والسدر والأراك، وأشجار اللبينة، والزيتون البرى، والأكاسيا .

وفى إقليم السهول الساحلية المعروف بسهل تهامة حيث التربة ناعمة نسبياً، وهناك وفرة نسبية فى الموارد المائية تغزر الحياة النباتية، وتصبح النباتات أكثر ارتفاعاً وأكثر تشابكاً، فينمو العبل والأثل والسنط (أو الأكاسيا) وأشجار السمر والسلم والطرفاء والسدر والأراك، إضافة إلى أنواع كثيرة من النباتات الملحية، وأخرى نباتات شاطئية مثل المنجروف على السواحل، وعلى شواطئ الجزر وداخل الأخوار.

ثالثًا : الحيوان

تتعدد الحيوانات التى تعيش فى البيئة الجافة وتلك القاحلة أيضاً. فالبيئة الجافة التى تنمو فيها الحشائش السافانا أو الاستبس تنتشر بها حيوانات آكلة العشب مثل الأبقار والجاموس البرى، وحيوانات مستأنسة مثل الخيول والحمير واللاما، إضافة إلى حيوانات برية أخرى مثل الضباع والذئاب، والأسود والنمور.

وهناك حيوانات زاحفة مثل السحالى والورال والضب، والفئران والقطط، وزواحف سامة مثل الكوبرا والعقرب، وتلك التى تعيش فى شقوق صخرية وكهوف وحفر تجنباً للحرارة والجفاف مثل فأر الصحراء (الجربوع) والأرانب وحتى الطيور، ويعد الجربوع وحيوان الكانجرو من الحيوانات الليلية التى تمضى نهارها تحت الأرض فى بيئتها الخاصة حيث تكون الرطوبة أكثر منها فى الهواء الخارجى بنحو ٥ مرات أو يزيد (والطون، ١٩٩٨، ص١٤٣).

وتوجد حشرات تنتشر فى البيئة القاحلة والجافة مثل الذباب والجـراد ومنـه الجراد الأحمر، والجراد الأفريقى المهاجر، والجراد الصحراوى، ونطاق انتشارها يكون فى صحارى العالم القديم، وتتحكم فى هجرة الجراد الأمطار الفصلية فى إقليم البحر المتوسط وإقليم السافانا.

ومن أكثر الحيوانات المستأنسة انتشاراً فى صحارى العالم القديم : الجمـال والأغنام والماعز، وذلك لقلة احتياج الأخرى (الأغنام والماعز) للغذاء حيث تعيش على رعى الأعشاب الفقيرة، على العكس من الأبقار والجاموس والخيول.

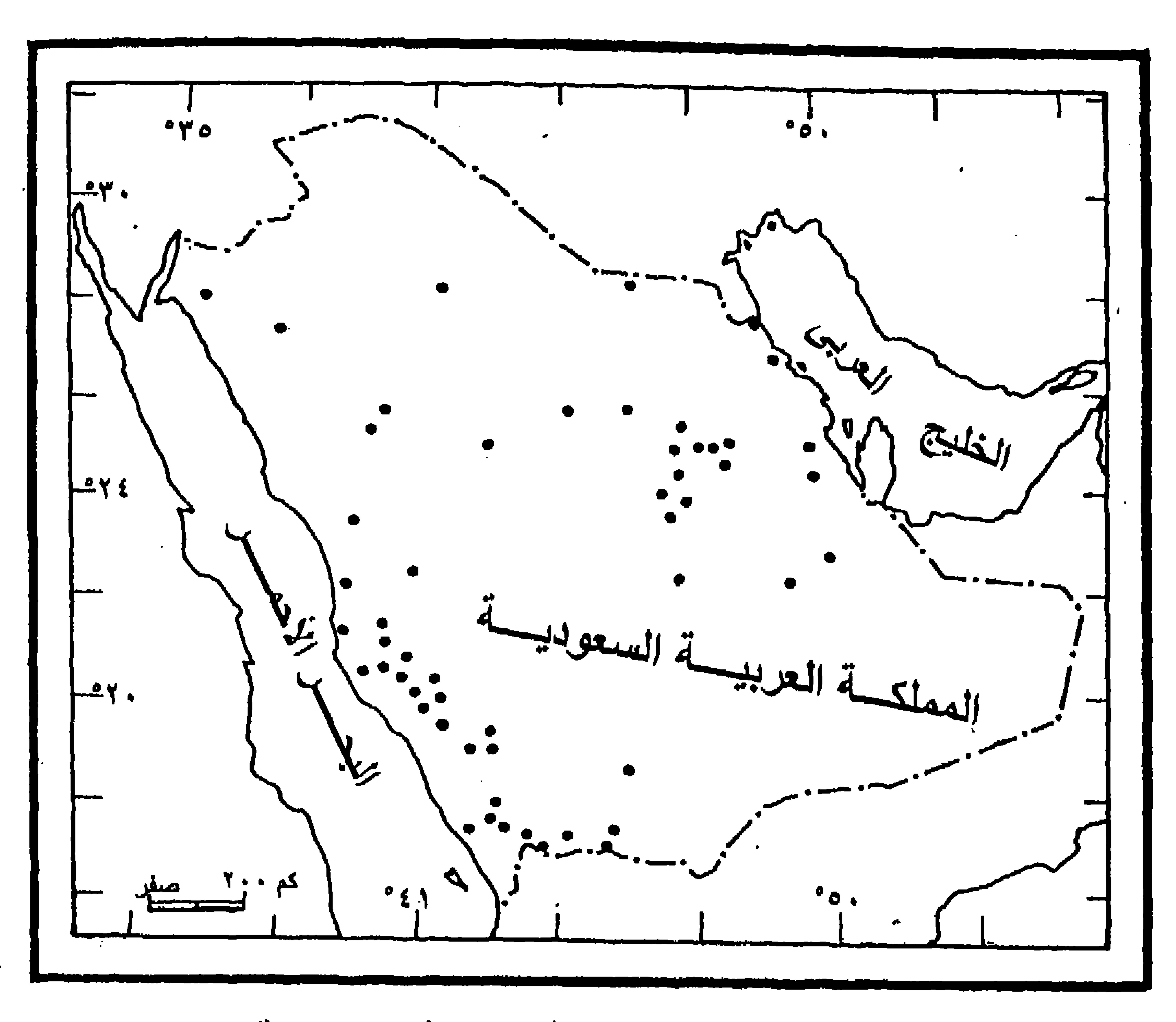
التطبيق على المملكة :

١- **حيوانات الجبال:** وهى متنوعة، وترتبط بالغنى النباتى فى الأودية والسفوح مثل البقر الوحشى والذى يعرف باسم المها والغزلان والوعول فى وسـط جبـال الحجاز ومنطقة تبوك، ومنطقة حرة الحرة، أما حيوان القردة فينتشر فى جبال الحجاز وعسير.

وفى جبال طويق توجد الغزلان والوعول والقطط البرية والذئاب والأرانب كما توجد فى هضبة الصمان أيضا والتى تنتشر بها الدحول والكهوف وتمثل مرفأ تأوى إليه كثير من الحيوانات البرية والزواحف والطيور أيضا. وتعـيش المـاعز والذئب العربيان فى جبال الحجاز والسروات.

٢- **حيوانات الهضاب** : تعيش فى الهضاب الشمالية الوعول والثعالب، وبعض الذئاب وبعض الزواحف مثل الضب والأرانب (الوليعى، ١٩٩٧) وتوجد النمور بكثـرة فى هضاب شمال غرب المملكة وفى الثلث الجنوبى لمرتفعات عسير.

أما فى هضبة العرمة وهضبة الصمان شـرقى الريـاض فتوجـد هنـاك الثعالب، إضافة إلى وجودها فى الأجزاء الهضبية المتفرقة فوق سطح هضبة نجـد حيث يوجد النمر والضبع وابن آوى (التركمانى، ٢٠٠٥، ص ٢٩٣).



توزيع الذئاب فى المملكة العربية السعودية
شكل (٦٢)

٣- حيوانات السهول: وتتمثل أساسا فى حيوانات صغيرة الحجم، وقد تكون أقل شراسة وأقل خطورة على الإنسان، والتى منها القط الرملى الذى ينتشر فى الدهناء، والمنطقة الشرقية حيث صحراء الجافورا الرملية وينتشر وجوده حتى الحدود الشمالية مع الكويت وتتميز هذه المنطقة بغناها النسبى فى النبات الصحراوى ونباتات المستنقعات ونباتات السواحل وتمثل بيئة نباتية غنية مع رمال الصحراء تصلح لوجود هذه الأنواع الحيوانية. ويوجد أيضا ثعلب الرمال Sand Fox فى الشمال بمحور شرقى - غربى من الدمام حتى حفر الباطن، ويوجد حيوان آكل العسل فى الأحساء وأبو حدرية.

وتنتشر غزلان فى السهول الرملية من نوع الوضيحى والريم فى صحراء الربع الخالى مرتبطة ببعض الحشائش والأعشاب فى البيئة المستنقعية التى تنتشر بين كثبان الربع الخالى إضافة إلى الذئب والثعلب والزواحف مثل الورال والضب والثعابين (المرجع السابق، ص ٢٩٥).

الفصل التاسع

الأنشطة الاقتصادية

بالأراضى القاحلة والجافة

(الجانب النفعى)

الأنشطة الاقتصادية بالأراضى القاحلة والجافة

امتدت يد الإنسان بالنشاط الاقتصادى فى المناطق الصحراوية القاحلة arid مثلما امتدت إلى الأراضى الجافة dry، وتنوع النشاط الاقتصادى ما بين الزراعة والرعى، كما تطور هذا النشاط إلى حد التعدين لتلبية حاجة الأنشطة الصناعية بالدول المختلفة، ووصل الأمر إلى أن أصبحت هذه المناطق المعين الرئيسى فى الموارد المعدنية لدول كثيرة، بل وأصبحت فى أحيان كثيرة عصب اقتصاد الدولة، ولذا يمكن معرفة جوانب هذه الأنشطة، نعقبها بدراسة نماذج مختارة، وطرق مواجهة الجفاف.

أولاً : الزراعة :

تعرف دى مارتون من خلال معاملات الجفاف التى توصل إليها وسبق ذكرها على علاقة الزراعة بمعاملات الجفاف التى حددها عام ١٩٢٧، حيث وجد أن المعامل الأقل من ١٠ يصعب وجود عملية زراعية، بينما المعامل من ١٠-٢٠ تسود فيه الزراعة الجافة (De Martonne, 1927, p.409) . أما أنواع الزراعة المروية فى المناطق الجافة فقد اعتمدت على حفر الآبار العديدة لاستخراج المياه اللازمة للزراعة مثلما حدث فى المملكة العربية السعودية وفى ليبيا والسودان وغيرها كثير أو على الأنهار التى تقطع النطاق القاحل مثل نهر النيل فى مصر.

وعلى مستوى القارة الواحدة نجد مثلاً فى **قارة آسيا** أن المساحة المروية فى منغوليا لا تزيد عن ٢,٧% فقط من جملة الأراضى المرزوعة والقابلة للزراعة والتى تبلغ ١,١٦ مليون هكتار أما باقى الأراضى فتزرع زراعة مطرية أو ما زالت تحت التنمية ولم تستغل بعد. وبعكس الحال نجد أن النسبة تزيد فى باكستان إلى ٧١,٦% من جملة الأراضى المزروعة والقابلة للزراعة حيث تعتمد على نهر السند فى أعمال الرى وأنشأت الحكومة شبكة من قنوات الرى لهذا الغرض. وفى إيران يتم رى ٣٧% من الأراضى المزروعة والقابلة للزراعة من الأنهار والقنوات المحفورة لرفع المياه الجوفية.

وقد أمكن فى الآونة الحديثة الاستقرار فى سهوب روسيا وأوكرانيا وزراعة مساحة كبيرة فيهما فى نطاق الاستبس الجافة وشبه الجافة، حيث الأمطار الفصلية بين ٣٠-٦٠سم، والجفاف عادة يكون معتدلاً، وهى أراضى شبه قاحلة Semi arid وتم ممارسة الزراعة بمساعدة الرى من المياه الجوفية وحدث نوع من التحول من الرعى إلى الزراعة وأصبح يزرع القمح هناك(Marsh & Grossa,1996) كما أنه قد قدر بأن مساحة الأراضى فى نطاق الاستبس الجاف والصحارى الشمالية شبه الجافة أو شبه القاحلة تبلغ حوالى ١٠ مليون هكتار من الأراضى الرملية التى يمكن زراعتها على المياه الأرضية التى تقترب المياه الجوفية فيها من جذور النبات .(Manaenkov, 1996, p.53)

وقد تم زراعة نحو ١٠٠٠ هكتار فى الكويت تعتمد كلها على الرى من المياه الجوفية، شأنها فى ذلك شأن الإمارات العربية التى زرعت ٥ آلاف هكتار، أما فى السعودية فزرع بها حتى عام ١٩٨٦ نحو ٠,٤ من المليون هكتار، (Zonn, 1986, p.27) وأصبح يزرع منها الآن نحو ٠,٢% من جملة مساحة الدولة، وأن نحو ٢٠% من هذه النسبة هى زراعة مطرية، وتزيد نسبة الأراضى المروية فى اليمن إلى نحو ١٠% من الأراضى المزروعة والقابلة، بينما أغلب الأراضى تروى بالمطر مباشرة حيث نظام الزراعة المطرية على سفوح الجبال.

وتعتمد دول كثيرة فى **القارة الأفريقية** -والتى تقع ضمن الأراضى الجافة والقاحلة - على الزراعة المروية من الأنهار كما فى مصر والسودان، حيث أن الزراعة المطرية فى مصر محدودة وتقتصر على الهامش الساحلى الشمالى لمصر سواء شمال سيناء أو على الساحل الغربى لمصر، وإن كانت الزراعة المطرية فى السودان أكبر منها فى مصر، حيث لا تزيد المساحة المروية فى السودان عن ١٣% من الأراضى الزراعية والقابلة للزراعة، وتمارس الزراعة المطرية فى كسلا شرقاً وفى كردفان ودار فور غرباً. أما تنمية مشروع الوادى الجديد ومشروع شرق العوينات ($\frac{١}{٥}$ مليون فدان) ومشروع توشكى ٠,٤٥ من المليون فدان، ودرب الأربعين كلها مشروعات تعتمد على الرى من المياه الجوفية من الخزان

النوبى فى الصحراء الغربية فى مصر.

وفى ليبيا تم زراعة ١٣٥ ألف هكتار وتعتمد على الرى، وامكن زراعة عديد من الأودية الشمالية بالإضافة إلى زراعة الواحات مثل جغبوب والكفرة فى الشرق والجنوب على التوالى، وأمكن عمل سدود(حوالى ١٧ سد) لحجز المياه لأغراض الزراعة فى الأودية الشمالية خاصة فى درنة وطرابلس وزليطن (Margate & Kamal, 1984) ويزرع فى الجزائر نحو $\frac{1}{3}$ مليون هكتار على الرى تمثل حوالى ٥% أيضاً من الأراضى المزروعة والقابلة للزراعة، وفى تونس لا تزيد عن ٢,٨%، وتقل فى المغرب إلى ٠,٦%، وتتراوح ما بين ٣,٥ -٥% فى دول غرب أفريقيا.

أما فى دول جنوب أفريقيا فهى لا تزيد عن ٢٠٠٠ هكتار فى بتسوانا بنسبة ٠,٢% وفى منطقة القرن الأفريقى ولا تزيد عن ٤٦ الف هكتار فى كينيا وتقل لأدنى حد فى أثيوبيا والصومال وجيبوتى.

وفى الغرب وجنوب غرب **أمريكا الشمالية** عملت مشروعات زراعية اعتماداً على المياه الجوفية فى أريزونا، كما نقلت مياه الرى إلى المناطق الجافة بعد إنشاء السدود على نهر كلورادو ومن أهمها سد هوفر، وأنشئت القنوات التى تحمل المياه إلى الحقول، وتحول نحو مليون هكتار من السهول العظمى إلى أراضى مروية فى فترة قصيرة نسبياً أيضاً (Sheridan, 1986, pp.97-98) وتزرع فى المكسيك نحو ٥,١ مليون هكتار على الرى تمثل نحو ٢٢% من المساحة المزروعة والقابلة للزراعة فى المناطق الجافة. وتمارس الزراعة فى شمال شرق البرازيل بأمريكا الجنوبية اعتماداً على الزراعة المطرية خاصة فى سلسلة جبال أراريب التى تعتمد فيها الزراعة على مياه قطرات الندى (Freise, 1938, p.371). وفى غربى الأنديز تمارس الزراعة، وتزرع الخضروات والذرة، ويتم زراعة سفوح الجبال والأودية الجبلية غربى الجبال، وقد أمكن قيام زراعة محدودة على المدرجات المرتفعة، وتتم الزراعة باستخدام مياه الرى حيث يزرع نبات الألفا ألفا

وبعض الحبوب وتربى الأغنام والخنازير (James, 1926, p.214) كما أن الزراعة المروية بالأرجنتين تتم على مياه الأنهار المختلفة، وتبلغ مساحتها نحو ١,٥ مليون هكتار تمثل ٤,٥% من جملة المساحة المزروعة والقابلة للزراعة.

وتنقسم زراعة المحاصيل فى النطاق الجاف فى استراليا إلى قسمين : الأول يتطلب الرى حيث تزرع نباتات الألفا ألفا كعلف للخيول، والثانى لا يتطلب رى ومن أهمها الخضروات وقليل من الفاكهة. وتعتمد الزراعة على المياه الجوفية العميقة ذات التكلفة العالية (Buckley, 1985, p.183) وتبلغ المساحة المروية نحو ١,٥مليون هكتار (Zonn, 1986, p.27) تمثل نسبة قدرها ٣,٤% من جملة المساحة المزروعة والقابلة للزراعة.

ثانياً : الرعى :

يمثل الرعى حرفة أساسية قد يكون لها انتشار مساحى أكبر من حرفة الزراعة فى الأقاليم القاحلة والجافة. وتنتشر حرفة الرعى فى **آسيا** فى صحارى منغوليا وهضبة التبت ووسط آسيا وفى جنوب غرب آسيا فى صحراء شرق سوريا وشرقى الأردن وفى شبه الجزيرة العربية.

ومنذ فترة وحتى عهد قريب كان يسود الرعى فى شبه الجزيرة العربية قبل أن يحل البترول محل الرعى كنشاط رئيس ، ويتحول الكثير إلى العمل بالزراعة على الآبار الارتوازية، وأصبحت الأنشطة التعدينية والصناعة عماد اقتصاد معظم دول شبه الجزيرة العربية، ومع كل هذا فمازالت حرفة الرعى موجودة تمارس فى وسط وغرب وشمال المملكة العربية السعودية. وتوجد المراعى الجيدة بمساحة أقل من المراعى المتوسطة، فى حالتها، وتتركز المراعى الجيدة فى حوض وادى الرمة وفى أعالى جبال عسير، بينما المراعى المتوسطة فى حالتها النباتية توجد بشكل يحيط بالمنطقتين السابقتين بالإضافة إلى المنطقة الشمالية فى هضبة الحجرة وحرة الحرة ووادى السرحان كما فى شكل (٦٣).

وفى **القارة الأفريقية** نجد أن الرعى فى مصر فى شبه جزيرة سيناء هو

رعى أودية جبلية بينما فى الشمال يمثل رعى سهول وكثبان رملية، ويقل الرعى على هوامش وادى النيل وفى الواحات بينما يوجد بوضوح فى شمال وشمال غرب مصر حيث جماعات أولاد على الذين يتحركون عبر الحدود الليبية ولهم اتصال سكانى ومكانى مع جماعاتهم فى شرق وشمال شرق ليبيا. وتمثل منطقة حلايب وشلاتين منطقة رعى أساسية حيث يوجد جبل علبة جنوب شرق مصر ومناطق أخرى غنية بالحياة النباتية، وتوجد قطعاً من الإبل والأغنام والماعز، وإعداد الإبل ٥٠ ألف رأس والأغنام ٤٠ ألف رأس والماعز ٣٠ ألف رأس (عبد الرحمن، ١٩٩٧، ص٦٦).

ويمثل الرعى عماد الحياة لمعظم السكان في الأجزاء الداخلية فى ليبيا، أما فى تونس فيتم رعى الجمال والخيول والماشية والخنازير بإعداد تتراوح بين ١٠آلاف للخيول، و١٥ ألف للماشية، و١٢٠ الف من الجمال ونحو نصف مليون من الخنازير، وهى تفضل نباتات مراعى الأراضى القاحلة، لذا يعتمد الرعى على مراعى الأراضى الجافة والصحارى بنسبة ٨٠% (Mabbutt & Floret, 1980, p.13).

ويوجد الرعى فى السودان فى القطاع الأوسط والشمالى منها، الأول يتم فيه رعى الأبقار حيث تقوم به قبائل البقارة الذين يتحركون بين الشرق والغرب فى جماعات وكل له نفوذ منطقة الرعى الخاصة بها، بينما فى القطاع الشمالى توجد جماعات الكباشة الذين يعملون برعى الأغنام والماعز حيث البيئة أقل غنى وأشد فقراً فى الحياة النباتية. ويعمل السكان فى الصومال بالرعى بأعداد كبيرة من السكان خاصة رعى الإبل، بينما فى كينيا يعمل قطاع كبير برعى الماشية فى الأراضى الجافة arid. أما فى جنوب أفريقيا فيتم الرعى فى صحراء كلهارى وناميب، ويقوم به بعض جماعات من البوشمن والهوتنتوت.

وفى أمريكا الشمالية جنوب غرب الولايات المتحدة وصل الهنود الحمر إلى شمال المكسيك وشبه جزيرة كاليفورنيا السفلى وعاشوا حياة بدوية، وكان أغلبهم فى وادى كلورادو الأدنى، واشتغلوا بالرعى، وقسموا أنفسهم جماعات، عدد أفراد

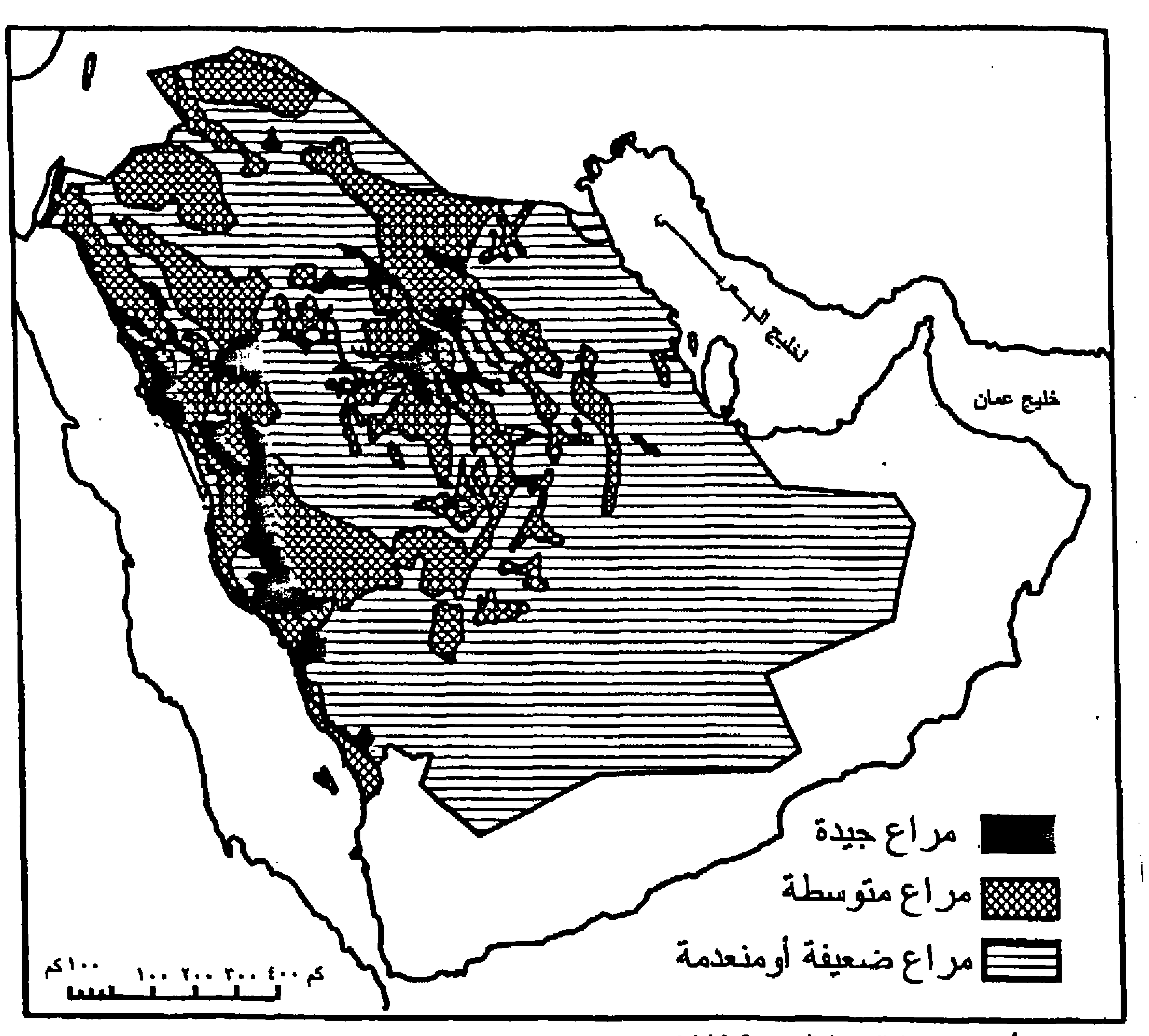
الجماعة الواحدة ٨٠-٩٠ نسمة، وعملوا بالصيد إلى جانب الرعى ايضاً. وفى الآونة الحديثة أصبح النشاط الرعوى شبه منظم ويلقى عناية حكومية ودعم.

وفى **أمريكا الجنوبية** يتم رعى الأغنام والخنازير فى صحراء أتكاما فى بعض فترات السنة فوق جبال الانديز فى فترات سقوط المطر، وقد تصبح المراعى غنية، وإذا زادت الأمطار فى الأرجنتين على الجانب الشرقى للانديز فإن الحيوانات تأتى من سهول الأرجنتين للرعى (James, 1926, p.214). وتتحرك الماشية فى البرازيل من المناطق الجافة فى الداخل حيث نشاط الرعى إلى المناطق الهامشية الغنية على حافة الإقليم الساحلى، (Freise, 1938, p.373). والرعى فى **استراليا** يمثل حرفة أساسية، ويرجع تاريخ المراعى فى استراليا إلى ١٠٠ سنة ماضية(Mabboutt, 1986) كما أنه يمثل استخداماً أساسياً للأراضى منذ تعمير الأوربيون، ويتم الرعى فى السهول الرملية الجافة وسط استراليا. وفى نطاق الحشائش الحارة شبة الجافة غالباً ما تخصص كليةً لرعى الماشية (Buckley, 1985, p.174) بالإضافة إلى أراضى الحشائش فى الغرب، حيث تربى المواشى فى منطقة كمبرلى فى شمال غرب استراليا بإعداد كبيرة فى مساحة تبلغ ٢٥ - ½ ليون هكتار فى برارى السافانا.

ثالثاً : التعدين ومصادر الطاقة :

ينتج من المناطق القاحلة كثير من موارد الطاقة، حيث ينتج البترول من حوض تاريم وحوض تسايدام فى الصين فى الوسط الغربى، وفى روسيا ينتج من حول بحر قزوين، كما ينتج من إيران والعراق ودول شبه الجزيرة العربية وكلها تقع فى نطاق الأراضى القاحلة، كما أنه بالمملكة العربية السعودية والعراق أكثر من ⅓ احتياطى العالم من البترول (٢٦+١٠% على التوالى) وبالكويت وإيران ٩,٥% و٩,٤% أيضاً على الترتيب حسب إحصاء ١٩٩٦ (Marsh & Grossa, 1996, p.149)

وينتج الغاز الطبيعى والبترول من المناطق الجافة. بالقارة الأفريقية فى كل



المصدر: عن أطلس المملكة العربية السعودية ١٩٩٩

انواع المراعى فى المملكة العربية السعودية

شكل رقم (٦٣)

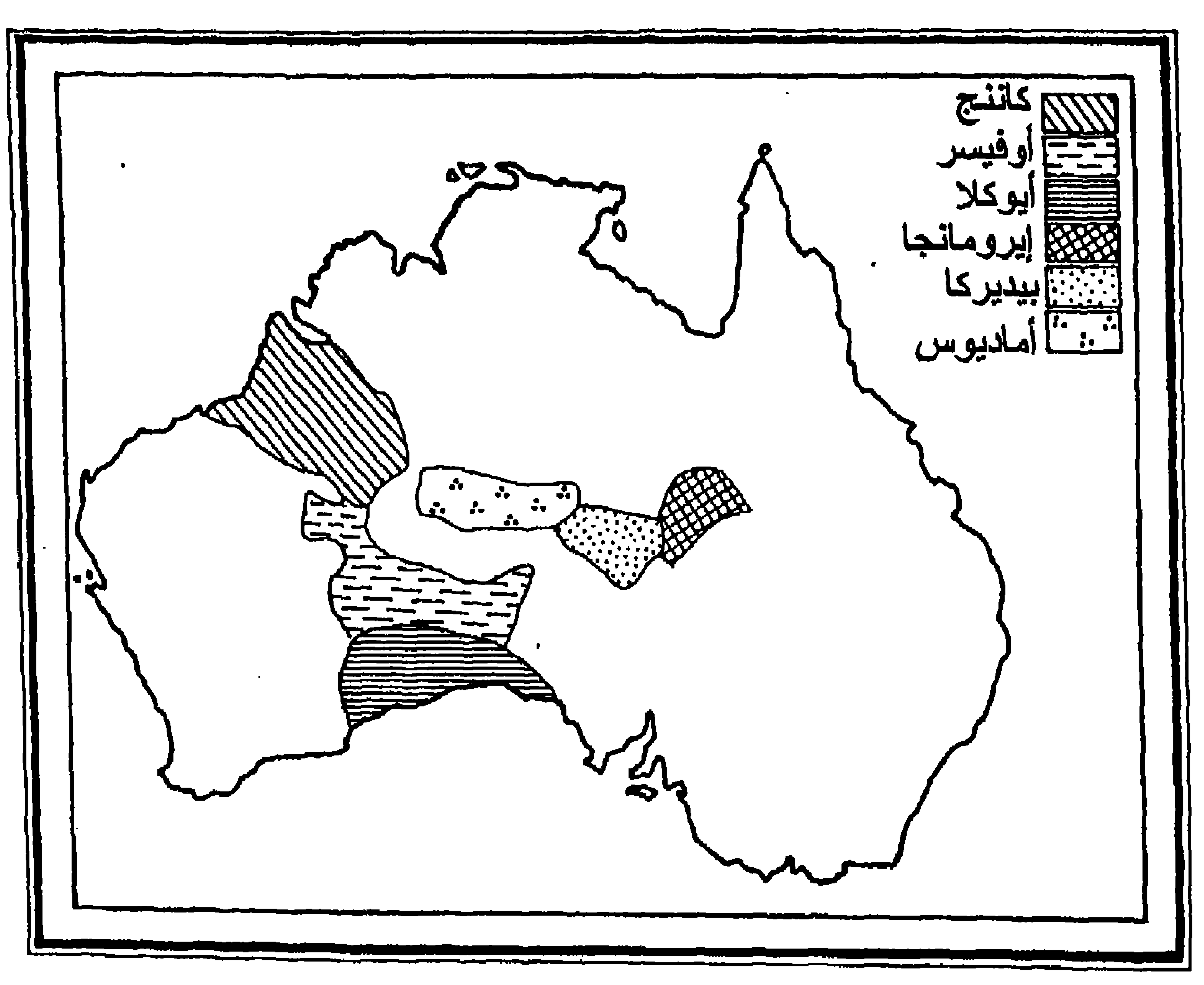
من مصر فى سيناء والصحراء الغربية، وفى السودان ينتج حديثاً، وينتج من الصحراء الليبية والصحراء الجزائرية، ومن النيجر، كما يُنتج الغاز الطبيعى من جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية من النطاق الجاف والقاحل، بالإضافة إلى إنتاجه من هضبة بتاجونيا من الإقليم الجاف فى جنوب الأرجنتين. وإذا نظرنا إلى إستراليا نجد عدة أحواض رسوبية تستخرج من بعضها البترول، أما الغاز الطبيعى فينتج من النطاق الجاف من حوض مرى فى الوسط الشرقى، ومن الركن الغربى للقارة.

وإنتاج البترول والغاز الطبيعى فى استراليا يتم فى حوض إيرومانجا فى الركن الشمالى الشرقى لاستراليا الجنوبية والمناطق المجاورة لها فى كوينزلاند الداخلية، وتضم هذه المنطقة أكثر من ٢٠ حقلاً محدداً بوضوح، بعضها ينتج البترول وأخرى تنتج الغاز الطبيعى ومجموعة ثالثة تنتجهما معاً. أما حوض كاننج فيه الآن نحو ٨٠ موقعاً منتجه للبترول والغاز، بالإضافة إلى الأحواض الأخرى العديدة مثل أماديوس، وايوكلا، وبدريكا، كما هو موضح بالخريطة (Buckley, 1985, p.181) شكل (٦٤).

أما فى وسط شيلى فينتج الفحم ويعوض المنطقة عن النقص فى البترول.

وتنتج الأراضى القاحلة والجافة معادن أخرى كثيرة وبكميات وفيرة، منها إنتاج النحاس فى الجزائر والمغرب والصين، وينتج فى شيلى من المنحدرات الغربية لجبال الإنديز خاصة فى النصف الشمالى للدولة، كما ينتج فى بيرو (محسوب والتركمانى، ٢٠٠٠، ص٣٠٦) كما ينتج النحاس من استراليا من منطقة بيليرا وهى أكبر مجمع تعدينى، ويعدن من سلاسل النحاس فى غربى استراليا ومن تل دنجو ومن جبل وودز فى الجنوب (Buckley, 1985, p.179).

ويُعدن الحديد فى مصر من الصحراء الشرقية والصحراء الغربية فى الواحات البحرية، وبعض مناطق بلاد المغرب العربى، ومن وسط استراليا ومن المنطقة الغربية.



المصدر: **Buckly, 1985**

الأحواض الرسوبية الحاوية على البترول فى استراليا
شكل (٦٤)

ويعدن الذهب فى الولايات المتحدة من الصحراء فى جنوب غرب أريزونا وكلورادو من أماكن عديدة خاصة فى وادى كلورادو منذ قبل عام ١٨٦٠م (Sykes, 1927, p.64). أما فى شمال شرق البرازيل فقد اكتشف الذهب فى ١٧١٥م بالإضافة إلى معدن الدياموند فى الهضبة الوسطى من ساوباولو مما جذب أصحاب المشاريع نحو شمال شرق البرازيل (Freise, 1938,p.372) بينما فى استراليا يعدن الذهب والنحاس من منطقة سد أوليمبيك جنوب استراليا على الهامش الجنوبى

للنطاق الجاف الأوسط، وينتج المنجم ٦,٥ مليون طن /السنة من الخام، ١٥٠ ألف طن / السنة من النحاس بالإضافة إلى اليورانيوم (Buckley, 1985, p.179) . كما يعدن الذهب أيضاً والفضة فى بوليفيا من الهضبة.

ومن أكثر الموارد المعدنية أهمية فى البيئات الجافة الفوسفات والنترات التى تستخدم فى صناعة المخصبات للأراضى الزراعية وصناعة بودرة البنادق، وتوجد فى شيلى بدرجة كبيرة على طول امتداد الوادى الطولى الغربى والمنخفض ومناطق السبخات المعروفة باسم Salars، ومن أهم واحات إنتاجه هى واحة تاكنا Tacna حيث يصدر من ميناء أريكا. وتوجد أربعة مقاطعات تنتجه وهى تاراباكا، وتوكوبيلا، وأنتوفجستا، وأجواس بلانكا وهى توجد كرواسب تم ارسابها طبيعياً وتوجد بشكل تجارى (James, 1926) .

وقد اكتشفت النترات فى صحراء أتكاما عام ١٨١٢، وهى عبارة عن نترات الصوديوم التى توجد فى الصحارى الأخرى بكميات صغيرة، وتوجد فى شكل طبقات محددة أسفل السطح بقدم واحد وعلى هوامش السبخات فى أحواض البولسون.

أما فى مصر فيعدن الفوسفات من جبال البحر الأحمر، ومن هضبة أبو طرطور بين الواحات الخارجة والداخلة ومن منطقة السباعية شرق وادى النيل إلى الشمال من أسوان، ويقدر المخزون فى هضبة أبو طرطور بحوالى ٩٩٨ مليون طن، ويمكن إنتاج ٥,٧-٧,٢ مليون طن/ السنة حسب البدائل المقترحة.

ثالثاً : النقل

النقل فى الصحارى والأراضى أصبح يلاقى اهتماماً كبيراً، فبعدما كانت هذه المناطق مجهولة منذ قرنين ويصعب ارتيادها، وتتجنبها الخطط القومية فى إنشاء الطرق بها أصبحت الآن محط الاهتمام لزيادة أهميتها القومية، لما بها من ثروات معدنية وآفاق للتوسع الزراعى والعمرانى، ولذا تنوعت بها الطرق ووسائل النقل المختلفة.

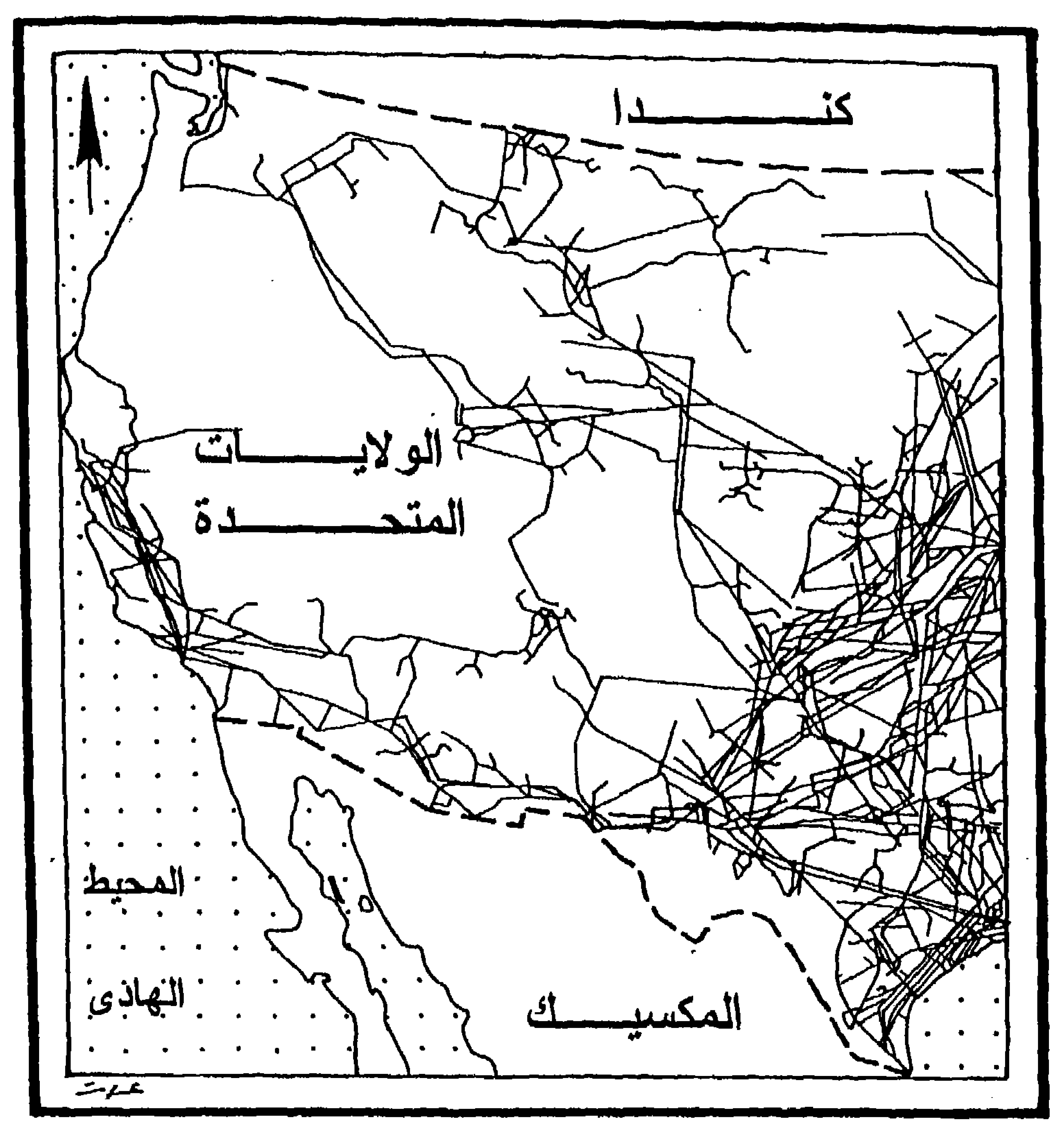
ففى روسيا مدت الطرق لتعمير الأراضى الجافة، وفى إيران مدت الطرق البرية إلى حقول البترول، ومدت شبكات الأنابيب لنقل البترول والغاز الطبيعى إلى السواحل للتصدير خاصة إلى حوض الخليج العربى.

وقد مدت الطرق البرية فى اتجاهات عديدة بالمملكة العربية السعودية وذلك لربط أجزاء البلاد، ولتسهيل حركة التجارة والسكان بين المناطق المختلفة. كما تم مد خط حديدى فيما بين الجبيل والدمام حتى الخرج والرياض ماراً بمنطقة الأحساء لخدمة النشاط التعدينى والصناعى والحركة التجارية.

وفى مصر تم إنشاء خط حديدى بين القاهرة والواحات البحرية لنقل خام الحديد من مناجمه فى البحرية إلى المصانع فى القاهرة. كما تم إنشاء خط حديدى أيضاً بين فوسفات أبو طرطور بالواحات الخارجة وبين وادى النيل فى منطقة الأقصر، بالإضافة إلى الطرق المرصوفة التى تربط شرق العوينات ودرب الأربعين وتوشكى بوادى النيل من جهة وبالواحات من جهة أخرى.

ويقاس على ذلك شبكات النقل فى الجزائر لنقل الغاز والبترول من عمق الصحراء إلى الموانئ على الساحل الجزائرى عن طريق السكك الحديدية أو الأنابيب. وقد مدت بعض الأنابيب من شرقى الجزائر إلى تونس ليصدر عن طريق ميناء الصخيرة بترول صحراء شرق الجزائر، وهو يشبه خط سوميد فى مصر الذى ينقل البترول من خليج السويس إلى القاهرة ووصولاً إلى الأسكندرية (محسوب والتركمانى، ٢٠٠٠، ص٣٨٤) ويشبهه أيضاً خط أنابيب نقل البترول من شرق المملكة العربية السعودية إلى ميناء ينبع على البحر الأحمر، وخط التابلاين ناقل البترول إلى البحر المتوسط، وكلها تمثل وسائل نقل تخترق الصحارى بمختلف مظاهرها التضاريسية لتصل إلى السواحل خدمة للنشاط الاقتصادى.

وفى الولايات المتحدة مدت الطرق فى النطاق الجنوبى الغربى القاحل للوصول إلى مناجم الذهب فى كلورادو، وكان قد استخدم من قبل طريق وادى جيلا فى منتصف القرن التاسع عشر (Sykes, 1927, p.65) يضاف إلى ذلك الشبكة الكثيفة من الأنابيب التى تنقل البترول إلى مختلف الولايات شكل (٦٥).



After: Royen& Bengtson, 1971.

خطوط نقل البترول بالأنابيب جنوب غرب وغرب الولايات المتحدة
شكل(٦٥)

أما فى أمريكا الجنوبية فقد مدت الطرق لنقل الفضة من مناجمها فى بوليفيـــا فى الداخل وبالاتجاه نحو الغرب حيث تنقل إلى ساحل الهادى للتصدير، وأصبحت كالاما نقطة الارتكاز للخط الحديدى (James, 1926, p.210).

وينطبق نفس الحال على قارة استراليا، حيث تم تأسيس نظم النقل فى كثيــر من المناطق الجافة بها، كما أصبح هناك نظام النقل بالأنابيب التى تقوم بنقل الغاز الطبيعى من مومبا إلى سدنى و أدليد(Buckley, 1985, p.181).

الفصل العاشر

حصاد المطر فى

البيئات الجافة والقاحلة

حصاد المطر Harvesting Rain :

يمكن تناول حصاد المطر من عدة جوانب تتمثل فى :

(١) فكرة حصاد المطر. (٢) صور الحصاد.
(٣) طرق حصاد المطر (٤) نماذج تطبيقية (السعودية – الهند – مصر)
(٥) فروق المفاهيم فى حصاد المطر.

(١) فكرة حصاد المطر :

تتمثل فكرة حصاد المطر فى تجميع كميات الأمطار فــى حيــز ضــيق أو صغير المساحة، وبالتالى تتركز المياه على السطح، ومحاولة الاستفادة مــن هــذه الكمية من المياه بأقصى درجة قبل أن تتبخر معظمها، وتتسرب منها كميات كبيرة ينعدم الاستفادة منها، ومن هنا فإن هذه الطريقة تعظم الاستفادة من المياه بأقــصى درجة ممكنة فى مناطق تقل فيها موارد المياه السطحية بدرجة عالية.

وتعتبر فكرة حصاد المطر فكرة وليدة الظروف البيئية، حيث أن ندرة المياه أو تشتتها جعلت السكان يفكرون – وبشكل جماعى مجتمعى – فى كيفيــة تجميــع المياه، للانتفاع بها بأقصى درجة متاحة أو ممكنة. فهى فى الهند قد وجــدت منــذ عقود عديدة، فى المناطق شبه الجافة أو المناطق شبه المطيرة أو الموسمية التــى تتعرض لفترات من الجفاف أو لأحوال نقص المطر الموسمي. وفى مصر وجدت فى شمال سيناء وعلى الساحل الشمالى لمصر حيث الأمطار الموســمية الــشتوية لنظام حوض البحر المتوسط، وفى السعودية وجدت طرق عديدة ومنهــا العقــوم، بغرض الاستفادة من الأمطار بدرجة كبيرة.

(٢) صور حصاد المطر :

فى الأوقات المعاصرة اتخذت فكرة حصاد المطر منحى آخر وهو الاتجــاه العسكرى. ولهذا فإن حصاد المطر إما أن يكون فى صورة ســحب فــى الغــلاف الجوى أو حصاده من على سطح الأرض بعد هطول المطر فى مناطق سقوطه، أى أن حصاد المطر يتم إما قبل سقوط المطر وهو فى أثناء حمل السحب ببخار الماء وقطراته المحمولة فى الهواء أو بعد سقوطه على سطح الأرض وجريــان الميــاه لمسافات قصيرة.

ففى الحالة الأولى نجد أنه فى عام ١٩٤٦ قامت شـركة General Electric بالولايات المتحدة باستمطار السحب، وعمل ما يعرف باسـم المطـر الـصناعى. وتتلخص هذه الفكرة بالقيام بنشر البذور التى يتكاثف حولها المطر، ويستخدم فـى ذلك يوديد الفضة الذى يشبه بناؤه البللورى بناء بللورات الثلج الطبيعى، ويتم نشره على السحابة من الطائرة (بلبع وعطا، ص ص ١٢٦-١٢٧) وحققت الفكرة نجاحًا فى مناطق كثيرة ومنها الولايات المتحدة وروسيا واستراليا وبنسبة تصل إلى ١٠-٢٠% وفى الفلبين وإسرائيل.

وقد حدا هذا النجاح كثيرا من العسكريين بإمكانية تطبيق هذه الطريقة فـى مسرح العمليات العسكرية وفى أرض المعارك، حيث يمكن أن تقوم طائرات بنشر البذور فوق السحب حسب اتجاهها لتسقط أمطاراً على أرض العـدو أو الطـرف الآخر مما يؤدى فى أحوال كثيرة لتوقف المعركة أو منع الهجوم المضاد أو إعاقة الآليات العسكرية مما يمكن الجيش المنفذ هذه الخطة المناخية من تحديـد طريقـة الهجوم أو حسم الحرب وإلحاق الهزيمة بالطرف الآخر، ويمثل هذا تطبيقاً مناخيـاً فى المجالات العسكرية.

أما فى الحالة الثانية وهى حصاد المطر بعد سقوطه على الأرض فيتم فـى بيئات لا تفى مياهها السطحية بحاجتها المباشرة من المياه أو تعانى البيئة من عجز شبه كلى – فى المياه السطحية وسيادة الأحوال الجافة وشبه الجافة معظم السنة.

وتتركز فكرة حصاد المطر هنا بعمل حواجز أرضية فى المواضـع التـى تنحدر عليها المياه وتتسرب وتتبخر، والقليل المتبقى ينصرف إلى مواضع منخفضة سواء قيعان أو أحواض أو مجارى أودية جافة، فتعمل هذه الحواجز علـى بطـئ انحدار المياه، فتتشبع التربة وتنمو بذلك الحشائش وتصبح المراعى غنية، أو يـتم وضع بذور نباتية من حبوب وخلافه ولذا تنتشر الزراعة الجافة. وإذا كانت كميات المياه كبيرة فإنه يتم عمل خزانات للمياه، ويتم بذلك الحصول علـى الميـاه – أو حصادها – لاستخدامها لأغراض الشرب والزراعة شكل (٦٦).

حصاد المطر

مطر صناعى	مطر طبيعى
سحب	سحب
يوديد فضة	
إسقاط مطر	مطر
أرض جافة	أرض جافة
رعى وزراعة جافة	عقوم وآبار وحفر ← شرب وزراعة مروية

من عمل المؤلف

نموذج يوضح حصاد المطر فى المناطق
الجافة والقاحلة
شكل (٦٦)

النماذج التطبيقية :

(١) المملكة العربية السعودية :

تطبق فكرة حصاد المطر فى السعودية فى مظهر رئيسى واضح وهو العقوم. والعقوم عبارة عن سدود ترابية بارتفاع ٢-٣ أمتار تشبه الحوائط، وتتم بأطوال كبيرة فى المناطق المراد حفظ مياه الأمطار من أن تسيل على الأرض وإعاقة جريانها فتحتجز ويتم تشبع التربة، وذلك من أجل زيادة فرصة نمو النبات أو لصيانة المراعى. ويتم بناء العقوم بشكل خاص.

وإذا كانت العقوم قد انتشرت فى المناطق السهلية الصحراوية وشبه الصحراوية، والتى تتميز بأنها أميل إلى الاستواء والسهولة منها إلى الانحدار المتوسط أو الشديد، فإنه قد بنى عدد من السدود الترابية لحجز المياه، بحيث يتم إقامة حاجزاً ترابياً عرضياً فى قاع المجرى وبشكل يتعامد على اتجاه جريان المياه.

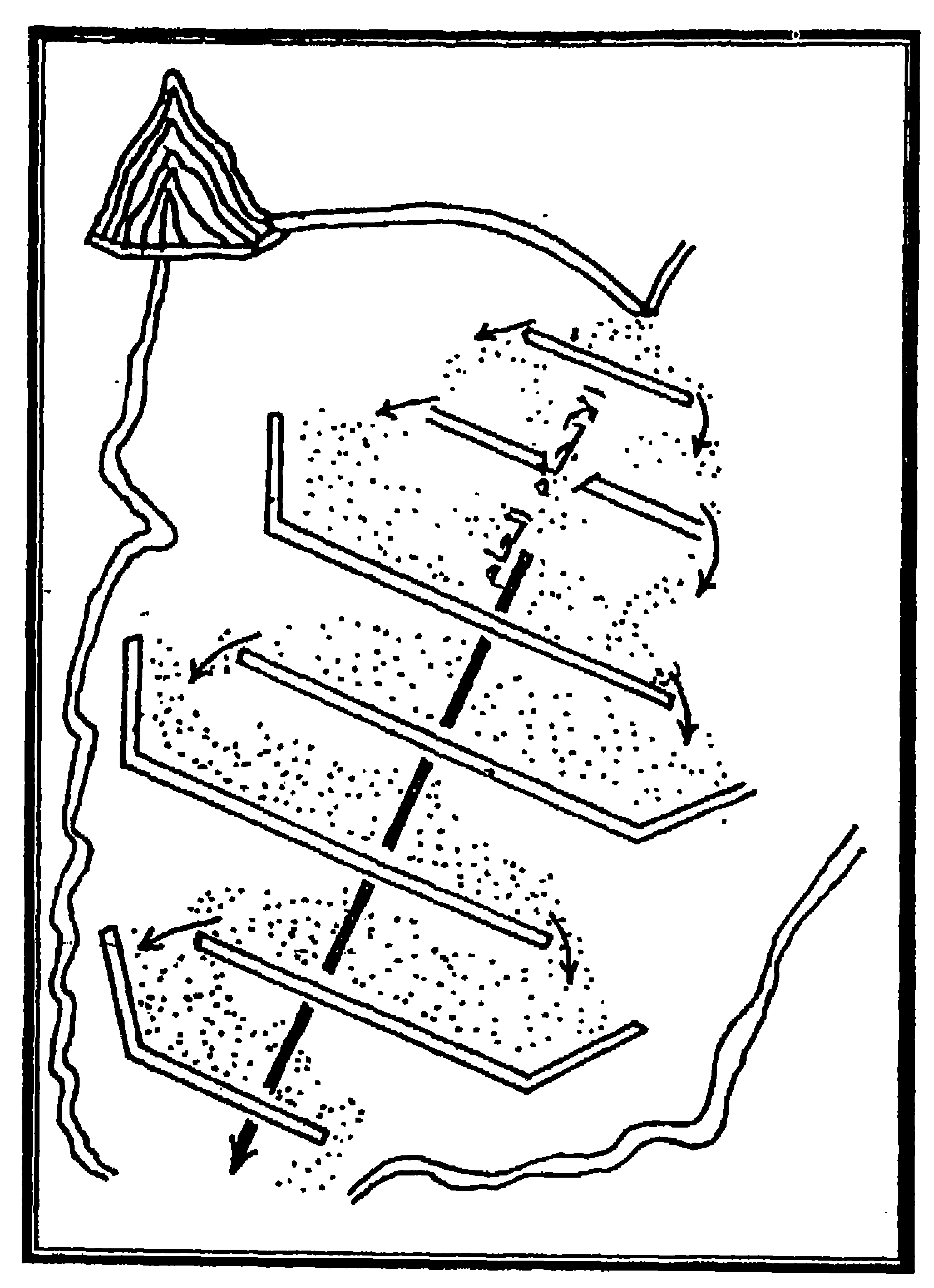
ولهذا فإن العقوم بمظهرها المتعدد الجوانب أحياناً، تمثل نوعا من المحاكاة للسدود الترابية التى أقيمت فى مجارى الأودية.

وتختلف العقوم عن السدود الترابية المقامة فى مجارى الأودية فى أنها تقام فى مناطق صرف مياه الأودية إلى الدلتاوات، أو تجمعها فى روضات أو قيعان أو باطن أو بطين، ولهذا فإن السدود الترابية تقام فى مواضع مختلفة عن المواضع أو عن البيئة المكانية التى تقام فيها العقوم، وهذا يعطى تفردًا موضعياً ومكانياً لمناطق إقامة العقوم وانتشارها وتوزيعها المكانى فى أرجاء المملكة.

- **العقوم فى المملكة العربية السعودية :**

مفهوم وضوابط إنشاء العقوم :

يُعرف لفظ العقوم بأنه جمع عقم، والمجموع عقائم. والريح العقيم أى التى لم تأت بالمطر، وعقم الشئ أى أزال الضرر، وعقم يعنى حالة تحول دون الشئ



المصدر : الطخيس، ١٩٩٣

نظام السدود والعقوم الترابية وأثرها فى نشر

وتوزيع مياه الأمطار على مناطق الرعى

شكل (٦٧)

(أنيس وآخرون ص٦١٧). وعادة يطلق على العقوم اسم السدود الرملية (Sand dames)، وتعرف بأنها تحجز المياه بشكل مفتوح مع الغلاف الغازى حيث سقوط الأمطار (Hudson, 1987, p.118) ويكون العقم بارتفاع ٢ – ٣ أمتار.

وبناءً على هذه الأصول اللغوية فإن العقوم تمنع وصول مياه الأمطار فى شكل جريان سطحى إلى القرى أو المزرعة أو موقع ما ذو أهمية للإنسان.

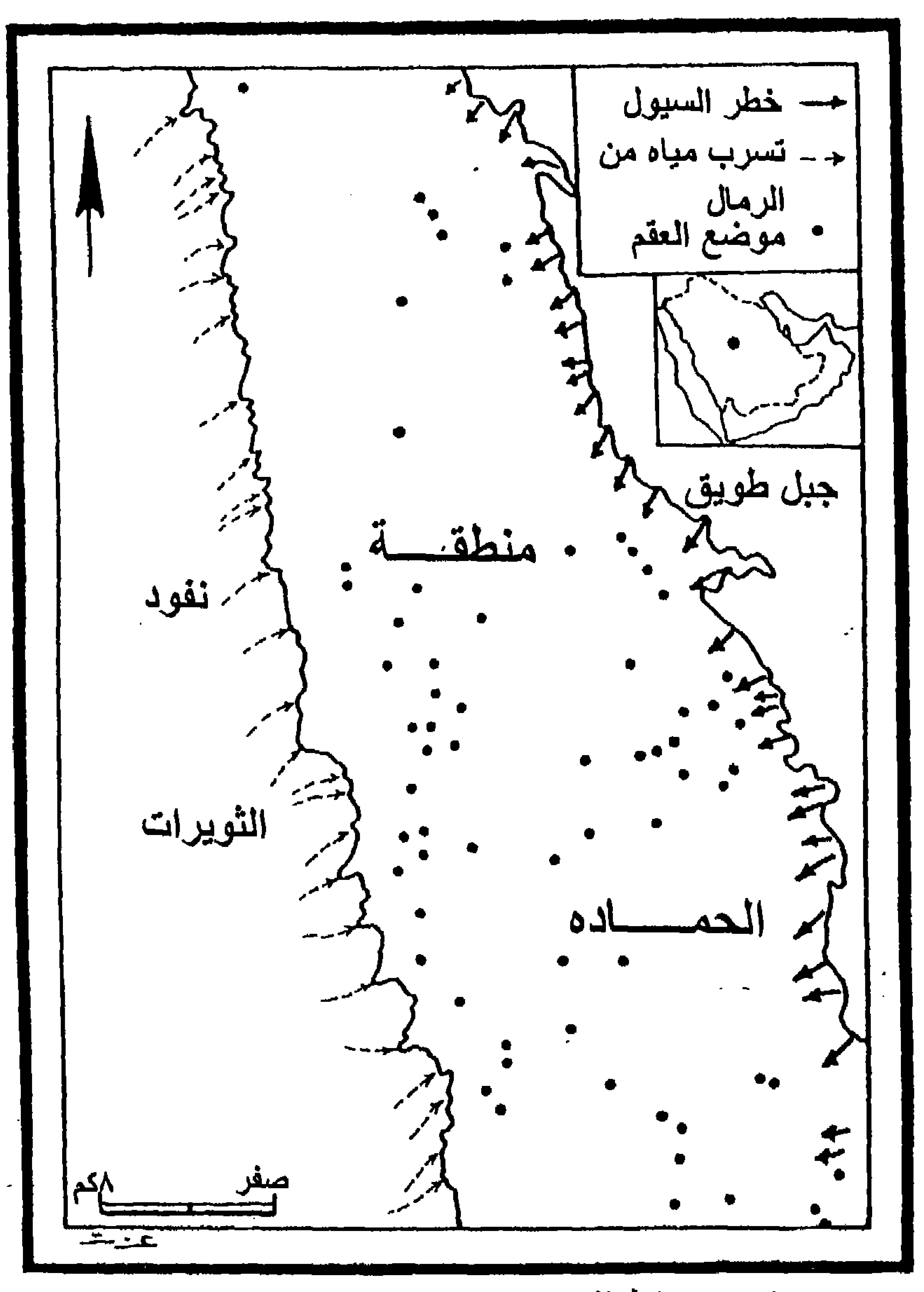
وعلى الجانب الآخر وهو الجانب النفعى فإن العقوم عبارة عن حواجز ترابية، يتم إنشاؤها لحجز مياه الأمطار لتقليل الخطر أو الاستفادة من هذه المياه إذا تم حجزها داخل حدود العقم الواحد أو تصبح محصورة بين هذه السواتر الترابية التى يتم عملها للاستفادة من الأمطار بشكل مباشر شكل (٦٧).

ويمكن التعرف على طبيعة وخصائص ضوابط إنشائها على النحو التالى:

طبيعة الموضع : من المعروف أنه لا توجد مناطق مستوية تمام الاستواء فى البيئة السعودية، خاصة على مستوى الوحدات الجغرافية التضاريسية، ولهذا تصبح المواضع ذات ميول متفاوتة، وتختلف معها ضرورات إنشاء العقوم، وعدد جوانب العقم الواحد.

مثال ذلك ، نجد عقوم فى السهول الصحراوية، مثلما الحال فى تلك السهول الصحراوية ذات الانحدار القليل فى منطقة دُهيماء التابعة لمنطقة القصيم، فى النطاق الواقع بين نفوذ الشقيقة شرقاً ووادى الرشاء أحد روافد وادى الرمة غرباً.

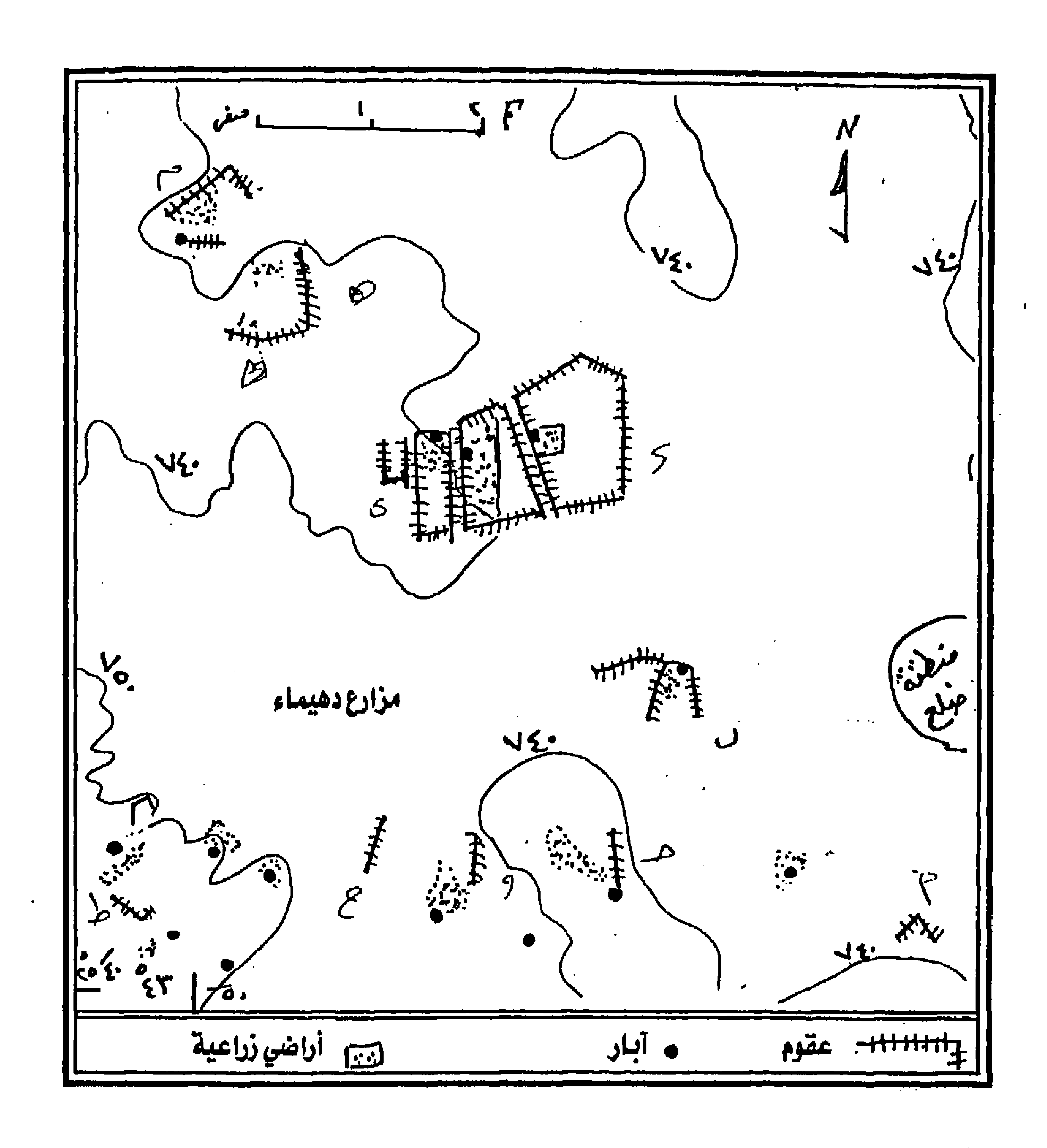
ففى هذه المنطقة توجد كافة أشكال العقوم، سواء المقفولة أو المفتوحة، والفردية أو المزدوجة، وحيث يوجد ضلع (تل) يرتفع إلى ٧٥١ متراً فوق سطح البحر شرق المنطقة، أى أنه يرتفع ٨ –٩ أمتار عن الموضع الذى تقع فيه الآبار أو المزارع المختلفة والموضحة فى شكل (٦٩).



المصدر: عملت من خرائط ١/ ٥٠٠٠٠

توزيع مواضع العقوم ووظائفها في المنطقة بين الغاط والزلفى شمال الحمادة - غرب جبل طويق بالسعودية

شكل (٦٨)



أثر طبيعة الموضع فى نشأة وتوجيه العقوم (نموذج مزارع دهيماء . منطقة القصيم، المملكة العربية السعودية)

شكل (٦٩)

الملامح المورفولوجية :

إن الملامح الجيومورفولوجية فى الصحارى معروفة، سواءً أشكال النحت أو أشكال الإرساب. لذلك فإن مثل هذه الملامح تؤثر على إمكانية عمل عقوم، وتوجيه هذه العقوم بما يتلاءم مع ظروف البيئة الصحراوية وشبه الصحراوية.

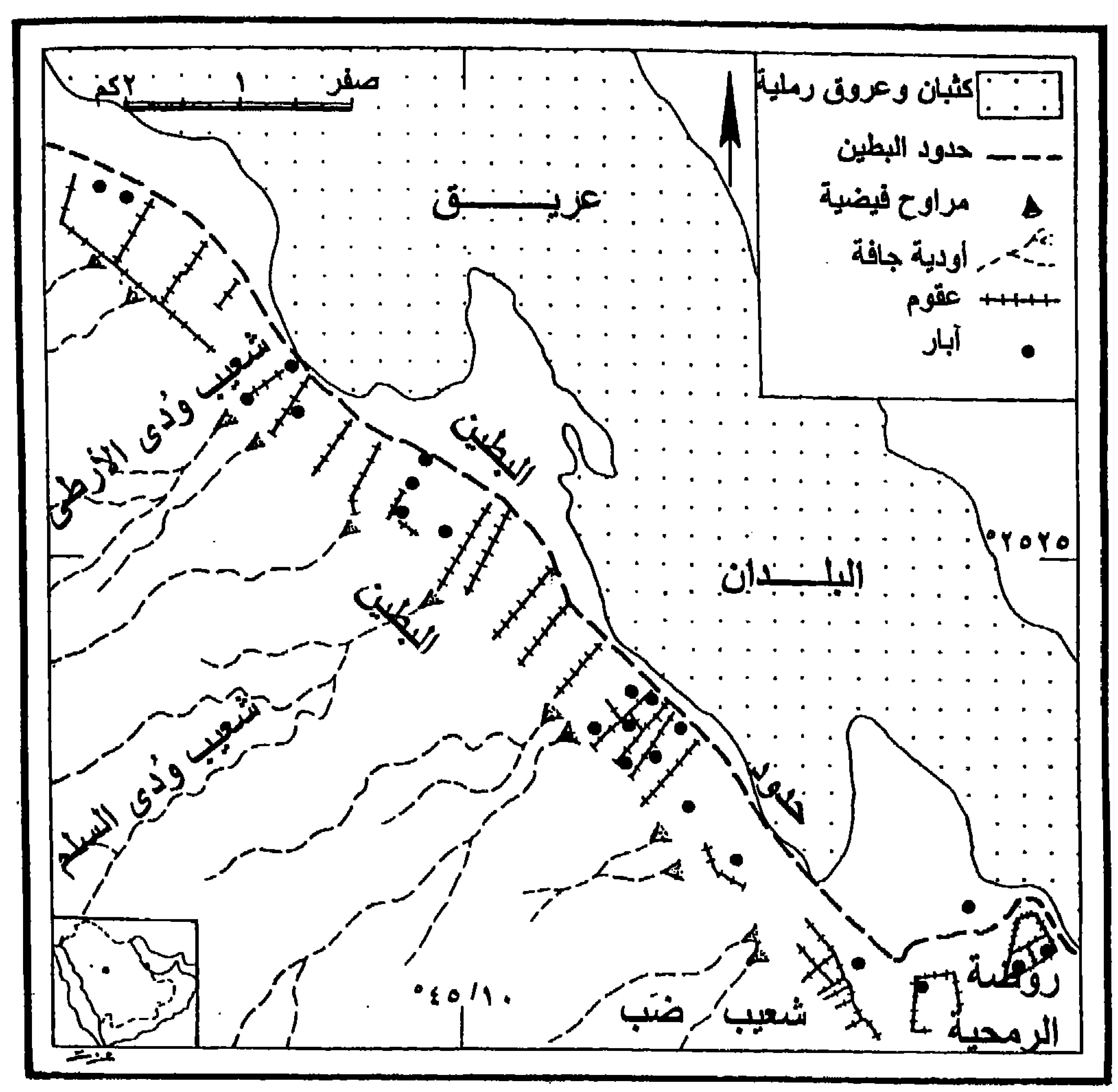
ففى منطقة الحمادة غرب جبل طويق شكل (٦٨) أقيم عدد هائل من العقوم، مرتبطة بالسهل الصحراوى تحيط بالمزارع لحمايتها من جريان المياه المنحدرة من جبل طويق شرقاً أو متسربة من رمال عريق البلدان غرباً، ولذا فإن العقوم شرق منطقة الحمادة وعلى مقربة من حافة جبل طويق تكون إما موازية للحافة وبمحور شمالى جنوبى، أو ترتبط بمظهر جيومورفولوجى آخر غير الحافة وهو المسيلات المائية والشعاب والأودية المنحدرة من الجبل نحو الغرب إلى الحمادة، وفى هذه الحالة تصبح العقوم باتجاه يوازى تقريباً اتجاه المجرى ومحددة له حتى لا تنساب المياه إلى المزارع.

وهكذا فإن العقوم ترتبط بملامح جيومورفولوجية مثل مجارى الأودية، أو حافات الجبال والكويستات، أو محاور الكثبان الرملية والعروق، أو السهول الصحراوية المسطحة كما فى منطقة الجله وصفراء المستوى فى منطقة الوشم. ففى شكل (٧٠) تحمى العقوم روضة الرمحية والمزارع والآبار بها فى الركن الجنوبى الشرقى للخريطة، فى منطقة شقراء.

ضوابط الأمطار والجريان السطحى :

تحكم الأمطار نظام إنشاء العقوم التى تقوم بوظيفة حجز مياه المطر وتجميعها بغرض الاستفادة منها أو تجنب مخاطرها.

وإذا ألقينا نظرة على خريطة توزيع الأمطار فى المملكة العربية السعودية لوجدنا أن النطاقات الرئيسية لتوزيع العقوم تتفق مع معظم المناطق التى تتلقى أمطاراً سنوية أقل من ١٠٠ مليمتر والتى تتوزع فى النطاقات الآتية :



مستخرجة من لوحة اشيقر رقم ٣٤ـ ٤٥٢٥ مقياس ١/ ٥٠٠٠٠ بتصرف

نماذج لأشكال العقوم وحمايتها للمزارع وللآبار من السيول والرمال في منطقة شقراء ـ اشيقر بالسعودية

شكل(٧٠)

١- المنطقة الشرقية كلها.

٢- منطقة الحدود الشمالية كلها.

٣- منطقتى تبوك وحائل.

٤- المنطقة الوسطى خاصة منطقتى الرياض والقصيم.

٥- سهل تهامة خاصة فى الركن الجنوبى الغربى.

أما المناطق الاكثر مطراً فنجدها على المرتفعات كما فى شكل (٧١) وبصفة خاصة جبال الحجاز وعسير والتى يتم تنمية مواردها المائية بوسائل أخرى والتى منها إقامة السدود، وعمل المدرجات على السفوح الجبلية لتقليل سرعة تدفق المياه والاستفادة منها.

ضوابط التربة :

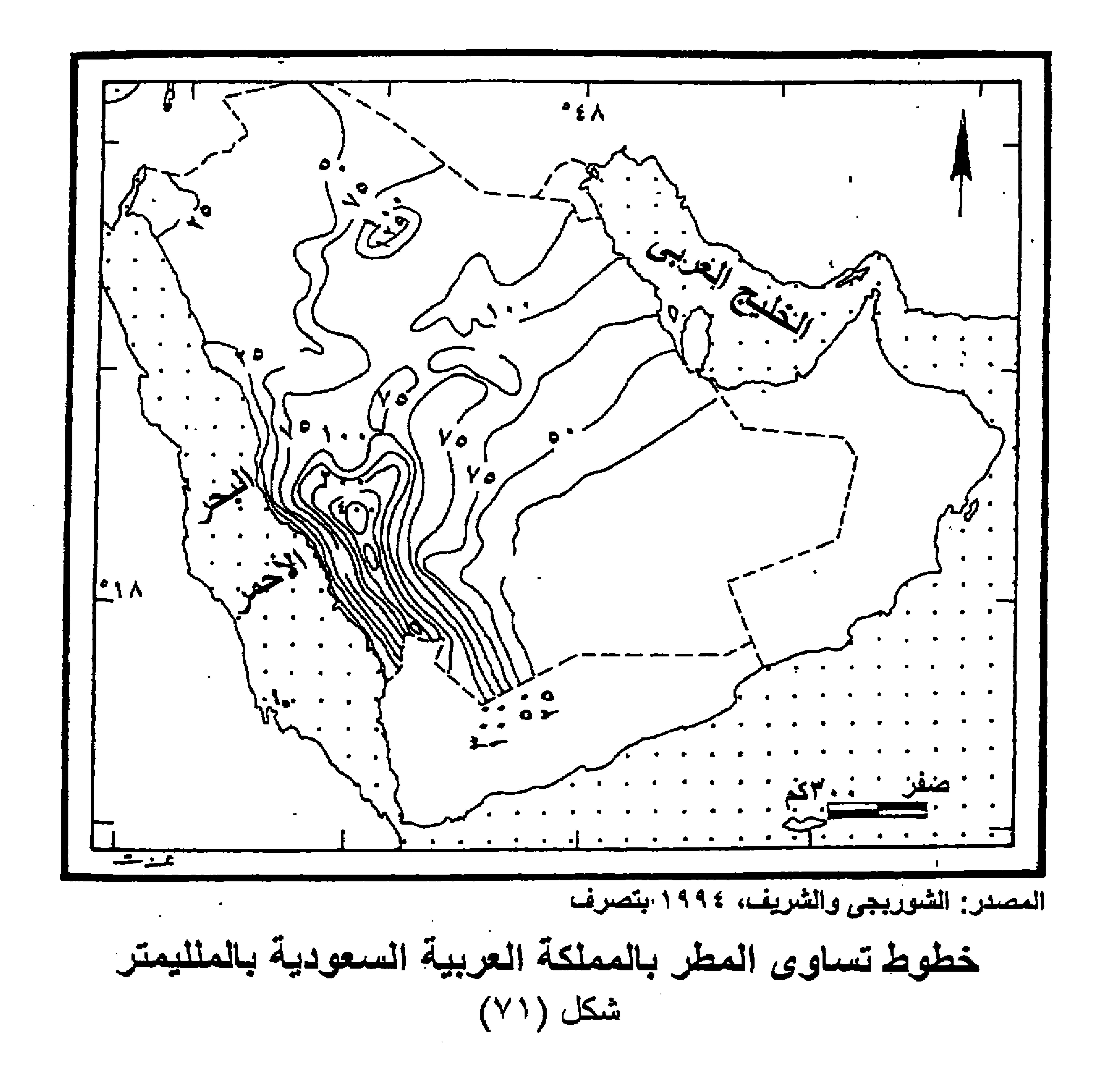
تنقسم البيئة الترابية التى تخضع لعملية تنمية الموارد المائية السطحية بالمملكة إلى قسمين :

الأول : هيئة صخرية تقطعها مجموعة أودية، تجرى بها المياه أحياناً فترة من السنة، وهذه لا يصلح معها إلا إقامة السدود بأنواعها المختلفة، كل حسب ظروفه الجغرافية والهيدرولوجية.

والقسم الثانى : هى التربة الواقعة فى قاع المجارى، وعند مصباتها حيث الدلتاوات أو المراوح الفيضية، إضافة إلى تربة السهول الصحراوية شبه المستوية والتى تقع بين نطاقات الكثبان الرملية من جهة والكتل الصخرية الجبلية أو الهضبية والتلية من جهة أخرى .

ويلاحظ أن التربات التى تزرع فى قيعان مجارى الأودية، يميل نسيجها إلى المكونات الرملية المتوسطة والناعمة، والتى تختلط بها أنواع من الطين والطمى لتعطيها خصوبة تمكنها من صلاحيتها للزراعة.

المصدر: الشوربجي والشريف، ١٩٩٤، بتصرف



خطوط تساوي المطر بالمملكة العربية السعودية بالمليمتر

شكل (٧١)

وتوجد بعض القيعان والروضات داخل مجارى الأودية فى مناطق يتسع فيها المجرى، ويتم إرساب الرواسب الناعمة مكوناً بذلك مثل هذه الملامح.

أما السهول الفيضية والصحزاوية بما تتضمنه من باطن أو بطين أو مراوح دلتاوية أو مراوح فيضية أو روضات كما فى شكل (٧٠) فكلها تتضمن رواسب تربة طينية رملية أو رملية طينية أو تربات مختلطة. ومن الدراسات السابقة لتربة بعض الروضات فى منطقة الوشم بالرياض وجد أن تربتها من الرمل الناعم، وأن أحجام حبيباتها بين ٠,١٥ وبين ٠,٢ من المليمتر، وتشبهها أيضاً تربات القيعان، وهى من الرمل الناعم، وأحجام الحبيبات بين ٠,٢٥ وبين ٠,٣٦ من المليمتر، فى حين أن رواسب بعض القيعان وبعض من المراوح الفيضية كانت من الرمل المتوسط الحجم، إضافة إلى أن رواسب البطين تكون من الرمل الناعم (التركمانى، ١٩٩٤، ص ١٨٤).

ولما كانت هذه المناطق والملامح المورفولوجية هى التى يتم تنميتها زراعياً، وأن التربة تصلح للزراعة فإن هذه التربة أصبحت محط الاهتمام لإنشاء العقوم. بعكس الحال فى نطاقات العقوم والعريق والكثبان والفرشات الرملية، والتى تتميز بتربة رملية خشنة جداً، ومنفذة للرمال، ولا تصلح للزراعة، ولذا لا تقام فيها العقوم، هذا من جهة.

ومن جهة أخرى أصبحت إقامة العقوم تعتمد على رواسب من التربات الصحراوية، أغلبها تربة غير مزروعة، ومن الأحجام الرملية، خاصة مع وفرة المواد الخشنة من حصى ورمال مختلطة فى الوسط المحيط أو المجاور للمزارع. وفى حالة اقتراب المزارع مكانياً من الكثبان الرملية أو العروق أو غيرها من الملامح المورفولوجية ذات التكوين الرملى غير المزروع فإنه تستخدم مثل هذه الرمال لبناء العقوم.

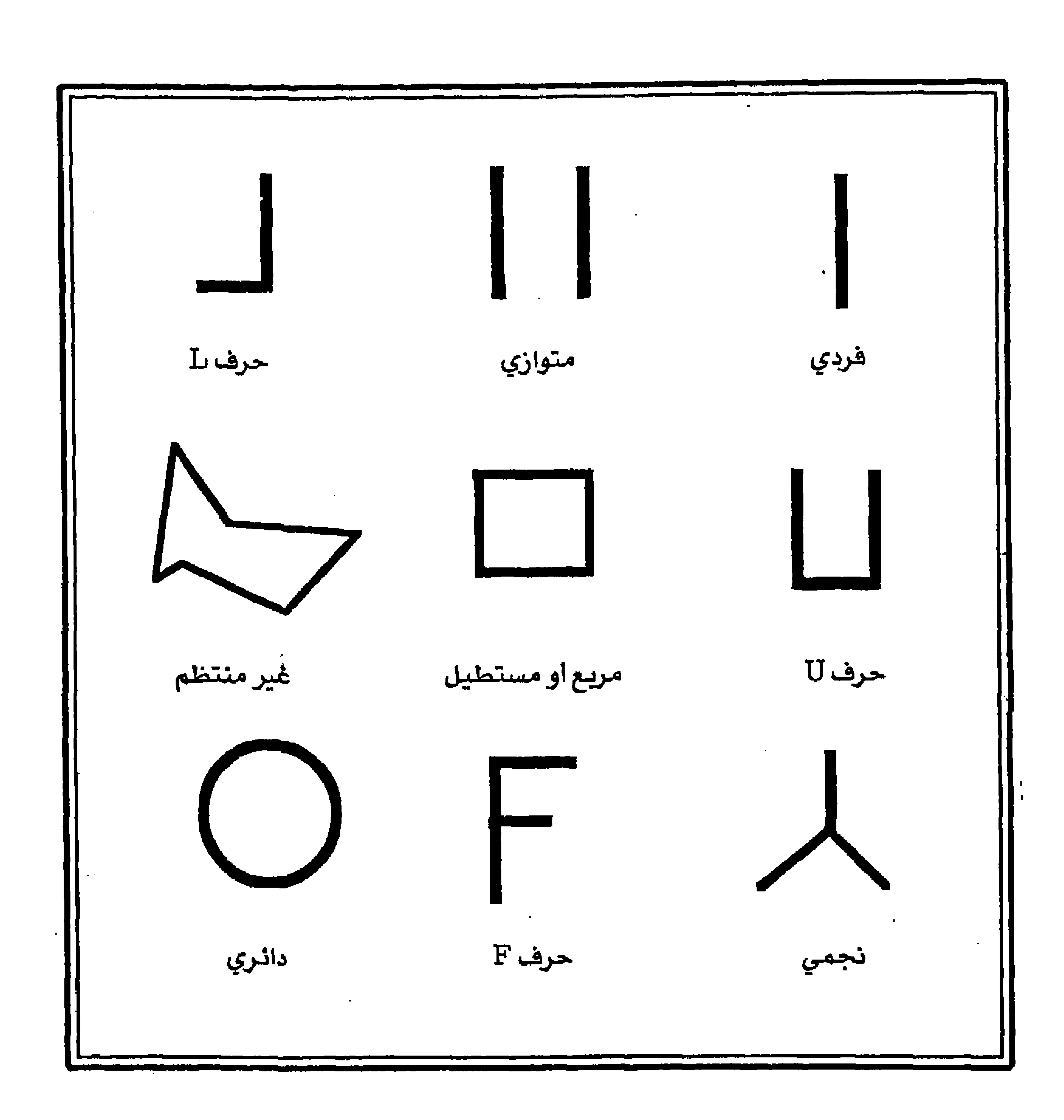
الخصائص المورفولوجية الحالية والمقترحة :

تأخذ العقوم هيئة الخطوط والتى تبدو بمثابة سواتر ترابية، قد يكون خطاً أو ساتراً واحداً، وقد يكون ساترين متقاطعين أو متعامدين أو متوازيين، وقد يكون أكثر من ذلك فى المنطقة الواحدة سواءً العقوم التى تحيط بأراضى زراعية أو تلك التى تؤسس لتجميع الأمطار لتنمية المراعى. ويشير الشريف إلى أن ارتفاع العقوم الترابية الكنتورية التى استخدمت لتحسين الغطاء النباتى الطبيعى تكون بارتفاع يتراوح بين ٧٠-١٢٠ سنتميتراً (الشريف، ١٩٨٩، ص٦٦).

ويلاحظ أن بعض الدراسات قد أشارت إلى أن ارتفاع العقوم قد يصل إلى ٢-٣ أمتار، وفى هيئة تشبه الحوائط وتتم بأطوال كبيرة فى المناطق المراد حفظ مياه الأمطار بعدما تسيل على الأرض، وقبل أن تتبدد، حيث يتم إعاقة جريانها، فتحتجز، ويتم تشبع التربة من أجل زيادة فرصة نمو النبات أو لصيانة المراعى، أو لتغذية ورى أراضى الزراعية البلعية (انظر التركمانى، ٢٠٠٣، ص١٧٧). هذا ما يخص الأبعاد.

أما عن الشكل العام للعقوم والتى نشير إليها بمفهوم مورفولوجية العقوم فهو عبارة عن المنظر الأفقى لمنظومة العقم فى الموقع الواحد، وبكافة سواتره الترابية للمزرعة الواحدة أو للمرعى الواحد، حيث تتضافر هذه السواتر مع بعضها لتقوم بالوظيفة أو الغرض الذى أنشئت له، سواءً تجميع المطر أو حماية المزرعة أو غيرها من الأهداف.

فإذا أخذ نظام العقوم الترابية التى تصمم لأغراض تجميع ونشر وتوزيع الأمطار فى مناطق المراعى، يلاحظ أنه بمثابة نوع من النظام المفتوح Open system. فالأمطار تتساقط فى المنطقة التى أقيمت فيها العقوم، وتكون بشكل عرضى ومتعامد على اتجاه الانحدار الأرضى، وبشكل متعاقب وبنمط خطى متوازى يعقبها عقوم على هيئة حرف ـــا مرة أخرى وتكون بهذه الصورة (L و لـــ).



الأشكال المورفولوجية للعقوم حول المزارع

شكل (٧٢)

إن هذا يتيح الفرصة لتجميع المياه وتقليل حركة المياه السطحية وإعاقة حركتها إلى أدنى حد ممكن، على أن يخرج ما تبقى من مياه بعد تشبع التربة عند الطرف الجنوبى أو النهاية الجنوبية لمورفولوجية العقم، ويعمل هذا على عدم تغدق التربة، وعدم تكوين مستنقعات، لأنه يمثل صرف طبيعى حر للمياه الزائدة، وهنا يكتمل النظام system ليصبح نظاماً مفتوحاً.

أما العقوم التى تطوق أراضى المزارع، والأراضى المستصلحة للاستخدام الزراعى فتأخذ شكلاً موروفولوجياً مختلفاً تتعدد أنماطه والتى يمكن أن نحددها فى تسعة أشكال مورفولوجية قد استمدت من خرائط ١ /٥٠٠٠٠ والرؤية الميدانية لمناطق زراعية كثيرة وبعضها ذات النظم المقفولة كما فى شكل (٧٣) فى منطقة السايح شمال غرب أشيقر فى محافظة شقراء وتتمثل هذه الأشكال فى :

١- فردى	٤- حرف U	٧- نجمى
٢- متوازى	٥- مربع أو مستطيل مغلق	٨- حرف F
٣- حرف L	٦- غير منتظم مغلق	٩- دائرى

وتظهر كل هذه الأشكال الموروفولوجية فى شكل رقم (٧٢).

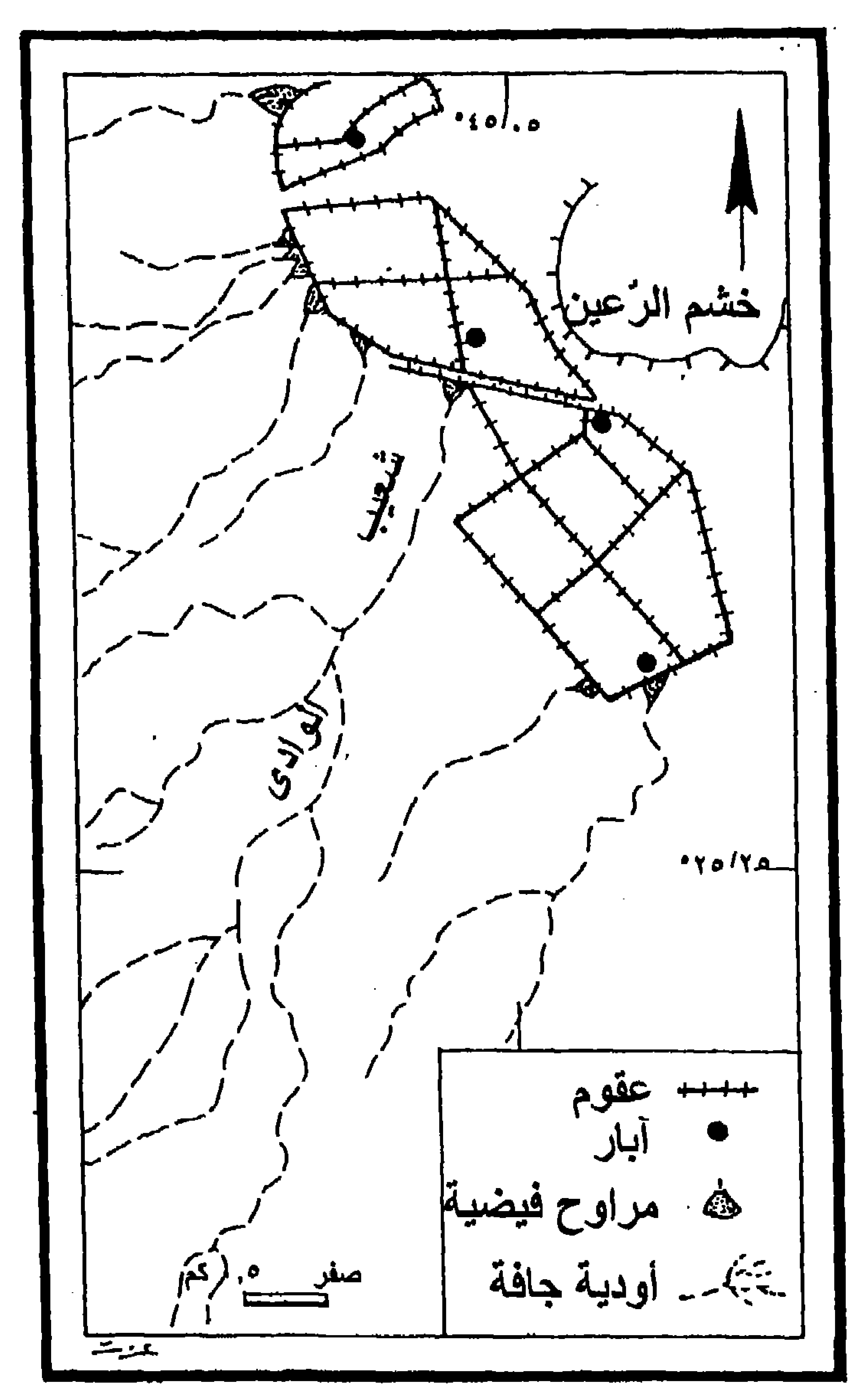
فعالية وفوائد العقوم :

الوظيفة الهيدرولوجية :

تلعب العقوم دوراً كبيراً فى حماية المزارع من الجريان السيلى، خاصة تلك المزارع التى يتم إنشاؤها فى قيعان مجارى الأودية.

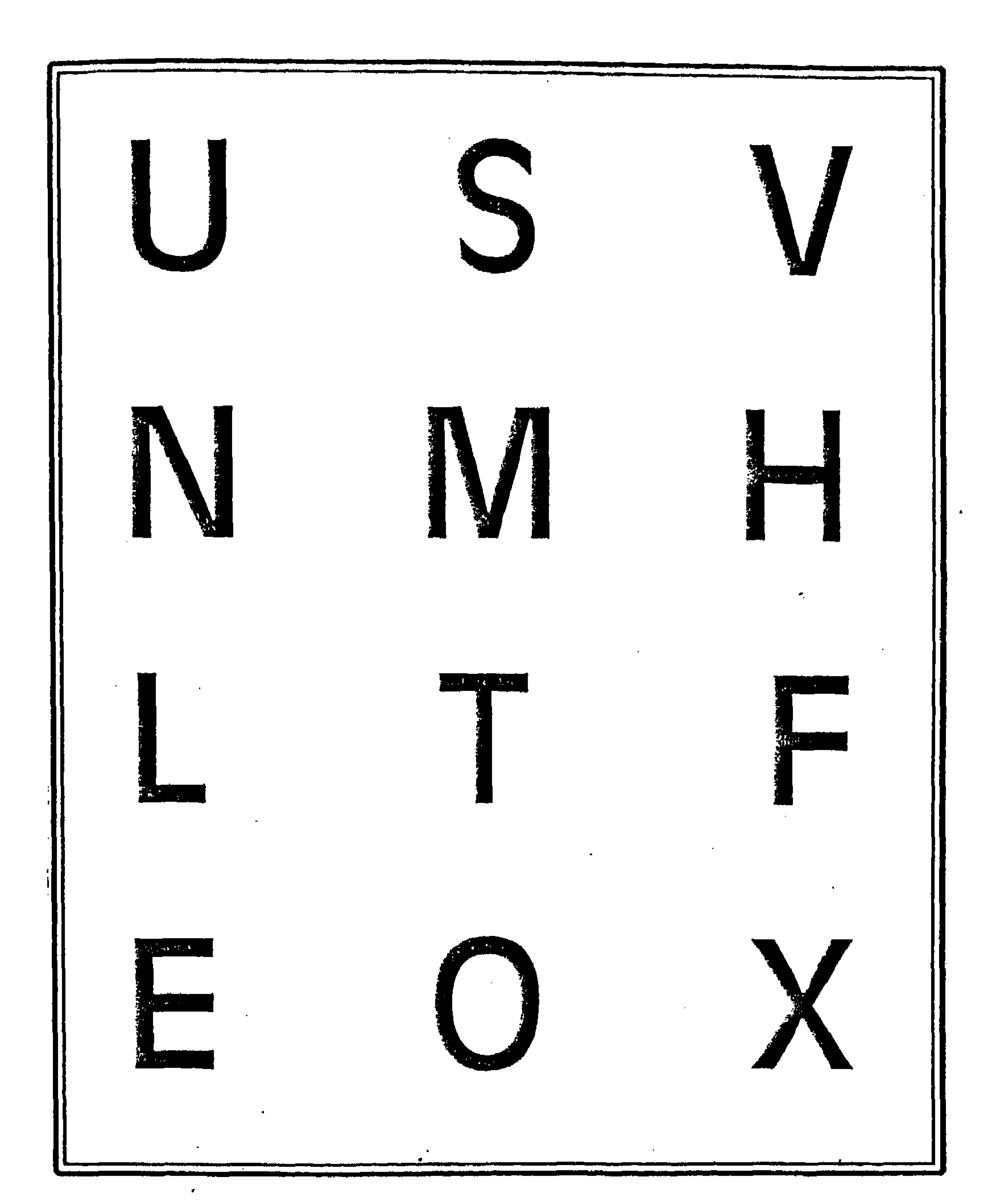
ومن أمثلة ذلك مزارع أعالى أودية منطقة المجمعة والتى تنحدرمن جبل طويق باتجاه عام نحو الشرق، والتى سيج الكثير منها بسياجات وحواجز ترابية تحمى التربة المزروعة فى قاع المجرى من نحت جريان المياه.

وفى منطقة القصيم أيضا وعلى وجه الخصوص فى منطقة السر وإلى الجنوب الشرقى من صفراء عنيزة نجد العديد من العقوم ذات الوظائف الهيدرولوجية، لحفظ وصيانة المياه من جهة، وحماية المزارع من سيل المياه التى



مستخرجة من لوحة شقراء ٣٤ـ٤٥٢٥ مقياس ٥٠٠٠٠/١

نماذج لعقوم مغلقة لحماية المزارع والآبار
شمال غرب اشيقر ـ منطقة السايح ـ بالسعودية
شكل(٧٣)



أنماط لعقوم مقترحة للأراضى الزراعية

شكل (٧٤)

تكون جارفة فى بعض الأحيان من جهة أخرى، وبذلك تتم تنمية الموارد المائية فى مثل هذه البيئات.

ففى عرض مجرى وادى شعيب الضبة الذى يتجه ليصب المياه فى سبخة العوشزية تم عمل عقم بشكل عرضى فى منطقة الضبة لتجميع المياه وتوجيهها إلى مزارع النخيل بها ولخزن المياه.

ويلاحظ من شكل (٧٤) أن هناك عدة أنماط للعقوم يمكن تطبيقها على الأراضى الزراعية بما يتفق وطبيعة كل بيئة تحيط بالمزرعة المقترح إنشاؤها، وكيفية الحماية من جريان المياه السطحى على الأرض، والوقاية من ردم الرياح لأرض المزرعة بالرمال، مع ملاحظة أن كل نمط يتفق مع ظروف السطح والملامح المورفولوجية، واتجاه انحدار الأرض، وموقع الأرض التى ستزرع بالنسبة لنوع الخطر الذى يهدد المزرعة واتجاه أو اتجاهات هذا الخطر بالنسبة لموضع المزرعة حيث يمكن تجزئة المزرعة لحمايتها فى النهاية.

التوزيع الجغرافى للعقوم فى المملكة :

قامت وزارة الزراعة بدءًا من عام (١٤٠٥هـ) بنشر وتوزيع المياه من خلال إنشاء عقوم ترابية كنتورية بارتفاعات ٧٠ - ١٢٠ سم مما أدى إلى تحسين فعلى فى الغطاء النباتى، وذلك فى ٧١ موقعًا فى ١٨ منطقة بالمملكة ، وهى موضحة فى جدول (٣٥).

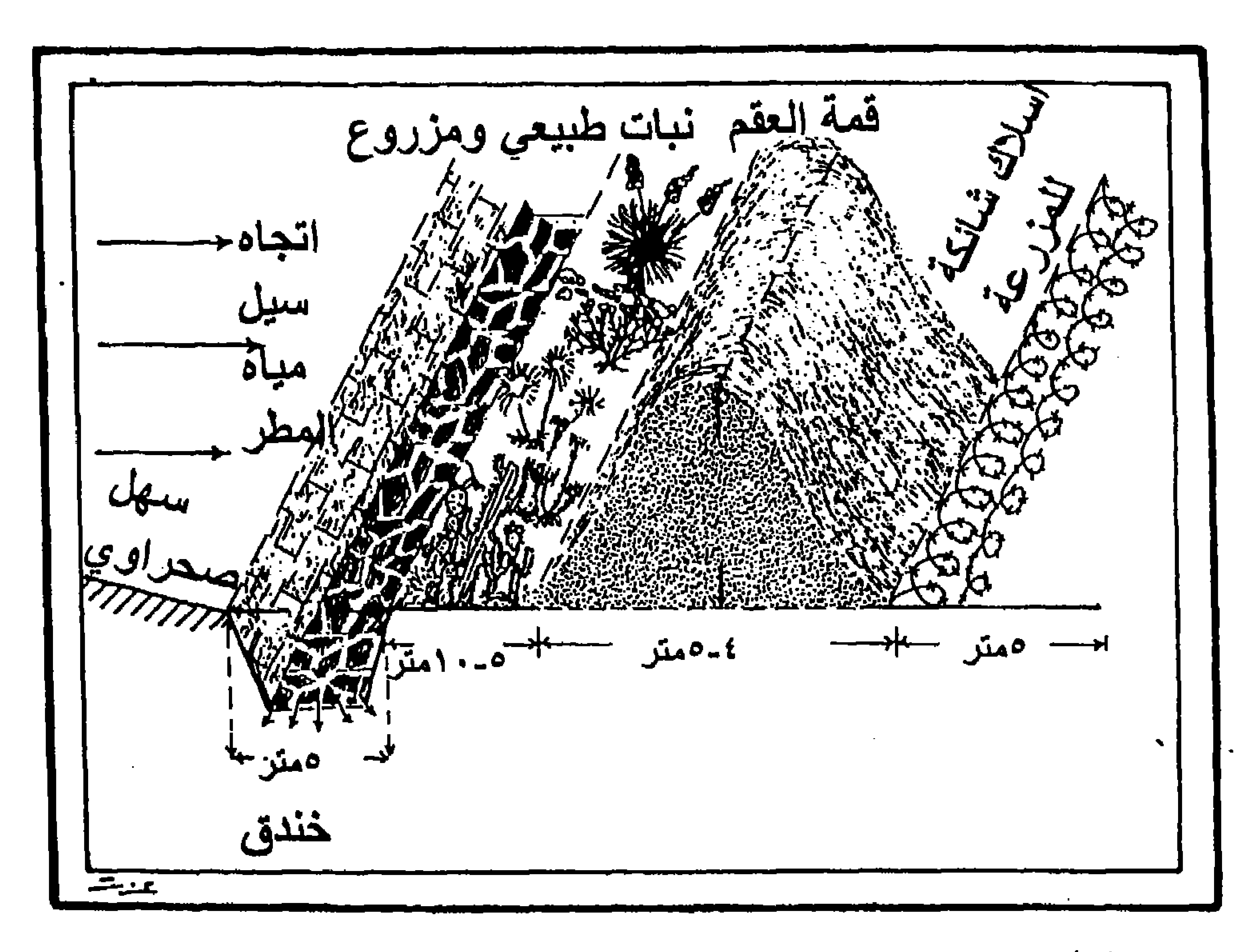
الأنماط المقترحة للعقوم :

بناء على ظروف التربة، وطبيعة الأنشطة الزراعية فى المزارع المقامة حول الآبار فى مناطق التنمية الزراعية بالمملكة فإنه يمكن عمل نمط نموذجى فى شكل مقطع مجسم للعقوم التى تطوق الأراضى الزراعية، شكل (٧٥).

جدول (٣٥)
خصائص وتوزيع عقوم المراعى بالمملكة العربية السعودية عام ٢٠٠١

المنطقة	عدد المواقع	عدد العقوم	إجمالى أطوال العقوم (كم)	المساحة المستفيدة (كم٢)
تبوك	١٢	٨٢	٣٢,٥٤	٣
حائل	٤	١٩	٨١,٣٣	١٣,٥
الرياض	٣	٢٤	٦	٧,٧٥
المدينة المنورة	٨	٣٣	٢١,٥٣	٢٢,١
الطائف	٣	٢٢	٣,٩٥	٦,٢٨
نجران	٧	٢٥	١٠,٤٩	٧,٦٨
الحدود الشمالية	٥	١٩	٧,٧٤	٦,٦
بيشة	٣	٢٦	١٠,٥	١٢,٠٤
سدير	١	٤	١,٤	٢
الوشم	٦	٤٠	٢٠	١٦
الباحة	٤	٣٦	٨,٦	٨,٣٤
وادى الدواسر	١	١٠	٥	٧,٠٧
القصيم	٣	٤٥	٩,٣٥	٤
مكة وجدة	٢	٢٠	٦	٦
الخرج	٣	٣٨	٨,٥	٨,٢١
الدمام	١	٧	١,٥	١,٦
الدوادمى	١	١٥	١,٥	٤
الجوف	٥	٣٩	١٤,٥	١١,٨٩
المجموع	٧٢	٥٠٤	٢٥٤,٤٤	١٤٨٠,٨٩

المصدر : وزارة الزراعة والمياه، ص ٣٠٠، الكتاب الإحصائى السنوى، ٢٠٠١، ص ٣٠٠ بتصرف



مقطع مجسم لنظام العقوم المقترحة لحماية المزارع في بعض مناطق المملكة العربية السعودية

شكل(٧٥)

ويمكن عرض الجوانب النفعية من هذا الشكل النموذجى، والتى تتمثل فى الآتى :

١- حماية المزرعة من الأخطار عن طريق حجز الساتر الترابى لسيلان مياه الأمطار، والتى تتدفق مع الميل العام للأرض.

٢- يعمل الخندق الذى أخذ منه التراب الذي استخدم فى إقامة الساتر على تجميع المياه السيلية، والذى يعمل كمصيدة لحجز وتخزين المياه.

٣- تزويد المزارعين بشتلات لنباتات لديها القدرة على مقاومة الجفاف، أو خزن المياه، مثل أشجار الأثل أو الطرفاء والأراك، والأكاسيا والسمر، والطلح، والعبل، والأرتميزيا (الشيح) وهى كلها إما نباتات شجرية أو نباتات طبية ذات نفع مثل الشيح. ويعتمد رى هذه النباتات أو حصولها على المياه من تلك المياه المجمعة فى الخندق المرتبط بإقامة العقم، حيث تكون هناك عملية حفر وتجميع ردم لإقامة العقم، بدلاً من جرف التربة، وتعمل مثل هذه النباتات على تخفيف حدة الظروف المناخية الصحراوية المحيطة بالمزرعة، مع تنمية الثروة الغابية أو النباتية الطبية، وصيانة البيئة.

٤- يقوم الخندق بدور وظيفى آخر عند تجمع المياه به وهو تغذية المياه الأرضية (الباطنية) بالمياه، وهذا فى حد ذاته يمثل صيانة للمياه ودور هيدرولوجى يجب ألا نغفله.

المقاطع العرضية المقترحة للعقوم :

فى عملية إنشاء العقوم فى المناطق التى لم يتم إقامتها فيها حتى الآن، وفى المناطق الزراعية المقترحة مستقبلا والتى تخضع للتخطيط الدورى للاستثمار الزراعى، يمكن إقامة العقوم اعتمادًا على دراسة علمية وليس بشكل عشوائى، وتكون تحت الضبط والإشراف، على أن تأخذ المقاطع العرضية أبعادًا ترتبط بدرجات انحدار المكان والتى يمكن الحصول عليها أو حسابها من خرائط مقياس ١ / ٥٠٠٠٠.

ويمكن عرض مجموعه المقاطع العرضية، مرتبطة بدرجات انحدار الأرض المحيطة بالمزرعة على النحو التالى والموضح فى جدول (٣٦).

ويلاحظ أن الفئات الخمسة تظهر أنه كلما زادت درجة انحدار الأرض التى تستثمر للأغراض الزراعية وما حولها فإنه يزيد ارتفاع العقم بمقدار متر فى كل فئة عن الأخرى، وبالتالى يختلف شكل المقطع تدريجياً من صورة مقوسة بسلاسة فى صورة قبابية إلى الصورة الأخيرة وهى أميل إلى السطح المستوى أو الهيئة المنشورية.

أما عن مقدار اتساع (أو عرض) العقم نفسه فإنه قد تم حسابه بالطريقة الرياضية التى يقترحها المؤلف وهى :

$$\text{عرض العقم} = \frac{\text{درجة انحدار الأرض} \times \text{الارتفاع المقترح}}{٢}$$

وبناءً على نتائج هذه المعادلة فإن عرض العقوم حول المزارع تتراوح ما بين المتر الواحد وأكثر من ١٠ أمتار، وقد أثبتت عملية تطبيق هذا النموذج الرياضى الوصول إلى نتائج أكثر واقعية مقارنة بطريقة أخرى، وهى أن :

العرض = مقدار الارتفاع × ٢ وتحقق الطرق الرياضية والجغرافية الأولى مميزات عديدة للعقوم يمكن تحديدها فيما يلى :

١- يكون هناك قوة أداء العقم، حيث أنه بزيادة الانحدار تزيد قوة الجريان السليى على سطح الأرض من نوع الفضيانات السريعة flash flood، وبالتالى تكون هناك قوة ضرورية للعقوم التى تزيد ارتفاعاتها واتساعاتها مع زيادة الانحدار لتحقيق هذه القوة.

٢- تقليل التكاليف إلى أدنى حد ممكن، حيث أنه مع قلة الانحدار يبطئ الجريان، وتكون أبعاد العقوم أقل فى الارتفاع وأضيق فى الاتساع وهذا تقليل لعملية الحفر والردم والإنشاء.

٣- من النقطتين السابقتين يتضح أن هذه المقاطع تعمل على عدم إهدار الموارد البيئية ممثلة فى التربة التى تدخل فى عملية الحفر والردم والإنشاء.

٤- عدم حدوث اضطراب بيئى للموارد الطبيعية بالمكان، وهكذا يتم الحفاظ على البيئة وصيانتها.

جدول (٣٦)

خصائص المقاطع العرضية المقترحة للعقوم

م	درجة انحدار الأرض المحيطة بالمزرعة بالدرجة	مقدار ارتفاع العقم بالمتر	مقدار الاتساع أو العرض بالمتر	الهيئة
١	صفر – ١	١,٥ – ٢	١	قبابى
٢	١ – ٢	٢ – ٣	٣	محدب
٣	٢ – ٣	٣ – ٤	٦	مقوس
٤	٣ – ٤	٤ – ٥	١٠	مستوى من أعلى
٥	٤ – ٥	أعلى من ٥	أعلى من ١٠	هيئة منشورية

ويلاحظ أن هناك عدة أنماط للعقوم يمكن تطبيقها على الأراضى الزراعية بما يتفق وطبيعة كل بيئة تحيط بالمزرعة المقترح إنشاؤها، وكيفية الحماية من جريان المياه السطحى على الأرض، والوقاية من ردم الرياح لأرض المزرعة بالرمال، مع ملاحظة أن كل نمط يتفق مع ظروف السطح والملامح المورفولوجية، واتجاه انحدار الأرض، وموقع الأرض التى ستزرع بالنسبة لنوع الخطر الذى يهدد المزرعة واتجاه أو اتجاهات هذا الخطر بالنسبة لموضع المزرعة.

إدارة العقوم

إن إدارة العقوم management عبارة عن حالة إجرائية تتم أثناء إنشاء المزرعة، أو يتم البدء فى تطبيقها أيضاً لعقوم المزارع المقامة والمنتجة حالياً.

وتعتمد إدارة العقوم على مخطط plane يمكن وضعه فى شكل نموذج model، بحيث تتكون عناصر النموذج من الظروف الجغرافية والجيولوجية والمائية والتربة، وهى العناصر التى تتم دراستها وعمل تقرير يقدم لوزارة الزراعة لمعرفة مدى صلاحية هذه العناصر لقيام نشاط زراعى ذو قيمة في موقع المزرعة قبل إعطاء التراخيص لاستصلاح واستزراع قطعة الأرض من قبل المالك.

وعند تقييم الموقع الجغرافى الذى ستقامْ فيه المزرعة، يجب أن يصبح بند العقوم هو البند الرابع فى عمل التقارير من قبل المهندسين الزراعيين بعد تقارير : الجيولوجيا، والمياه، والتربة، وتصبح العقوم بذلك من عناصر المعاينة والقياس الميدانى والخرائطى.

فعنصر الجيولوجيا لمنطقة المزرعة والوسط المحيط تمثل جانبا هاماً للحصول على صخور لدعم العقوم إذا استلزم الأمر، أو لمعرفة طبيعة التسرب فى حالة إنشاء خنادق محيطة حسب الشكل المجسم رقم (٧٥).

وعنصر التربة والتقرير الذى يكتب عنها يفيد فى معرفة مصدر رواسب العقوم، ونسيج هذه الرواسب، إضافة إلى أن العقوم قد تستخدم لتطوق كل أو جزء من أجزاء المحميات الطبيعية، ولذا فإن تقرير التربة يفيد إنشاء العقوم والمادة المستخدمة منها بما لا يتعارض مع صيانة التربة كعنصر من عناصر بيئة المحمية الطبيعية.

وعن عملية رصد الموارد المائية والتقرير الذى يعد ويصبح جزءً من الملف العلمى لإنشاء المزراعة فإنه يفيد فى معرفة طبيعة الجريان السطحى بحيث يمكن حماية المزارع والملامح البشرية والأنشطة الاقتصادية أو المشروعات الهامة أو

البنية الأساسية من أخطار هذا الجريان الذى قد يدمر ما يصادفه، أو يردمه بالرواسب المحمولة بالمياه . وقد يقل الجريان السطحى، وتصبح هناك أمطار مباشرة يتم تجميعها لأغراض تنمية المراعى.

أما عن متغيرات العقوم من حيث الخصائص والأبعاد، فإن إدارة العقوم تقوم بدور وظيفى فى هذا المجال، بحيث يتم تحديد اتجاهات العقوم، وعدد أجزاء العقم الواحد، والطول الإجمالى، ومكعبات الحفر والردم، وارتفاع العقم، والتكاليف المقترحة بناءً على هذه الأعمال، ثم تحديد المسافة الفاصلة بين المزرعة والعقوم، وقوة أو درجة فعالية العقم والتى ترتبط بدرجة الانحدار وأبعاد العقم، كما فى شكل(٧٥) .

وعلى المستوى التنفيذى لإدارة العقوم تصبح هيراركية المستويات بالصورة الآتية :

- مستوى المحافظات والمناطق.
- مستوى المراكز (مديرية الزراعة).
- مستوى المجمع القروى.
- مستوى القرية أو الهجرة.
- مستوى المزرعة الواحدة.

أما على المستوى النوعى والمكانى لإدارة العقوم فتصبح المستويات والنوعية بالصورة الآتية:

- المزرعة (حماية).
- القرية (حماية وصيانة).
- مشروع عمرانى أو بنية أساسية.
- منطقة محمية (نباتات مراعى، أو حماية بيئة).
- الحماية من زحف الرمال.
- الحماية من السيول وجرف المياه للتربة.

البعد الوظيفى لإدارة العقوم :

- عمل دراسة بيئية للعقوم المقترحة لكل مزرعة جديدة على غرار التقارير الأخرى، وتقارير عن العقوم المطلوبة لأغراض بيئية أو اجتماعية فى القرى.
- عمل تقرير عن المشاكل التى تواجه العقوم الحالية.
- حماية ثروة النباتات الطبية وتنميتها.
- حماية المناطق الرعوية.
- المتابعة الأرضية والجوية لحالة العقوم.

تقويم العقوم ونماذج للتطبيق بالمملكة :

العقوم بالمنطقة بين الغاط والزلفى :

تم حصر وتصنيف العقوم المقامة بمنطقة الحمادة الواقعة بين جبل طويق شرقًا ونفود الثويرات غرباً، ومن وادى الغاط غرب مدينة الغاط الجديدة جنوباً وحتى شمال الزلفى عند التقاء الطرف الشمالى لجبل طويق مع نفود الثويرات وذلك لمسافة ٥٢ كيلو متر من الجنوب إلى الشمال، وقد اتضح من هذا الحصر والتصنيف الحقائق التالية :

- أن معظم المزارع تخلو من وجود العقوم، على الرغم من وجود مخاطر محدقة من الجانبين تهدد المزارع، من سيول آتية من الشرق إلى زحف رمال وتسرب مياه من الغرب من منطقة النفود. وأن عدد المزارع بهذه الحالات ٧٨٨ مزرعة، تمثل نسبة قدرها ٨٨,٥% من مجموع المزارع المدروسة، لذلك فإن فعالية العقوم تختفى وغير موجودة من الأساس.
- أن عدد المزارع التى تم حمايتها بعقوم من جانب واحد فقط وبهيئة خطية لا يزيد عن ٥٣ مزرعة، ولا تمثل سوى ٦% فقط من جملة الحالات. مثل هذه العقوم لا تقوم إلا بدور وظيفى واحد وهو الحماية من أحد المخاطر دون

غيرها من المخاطر الأخرى، ولا تمثل جانباً نفعيا مثل جمع الأمطار أو غيرها من الوظيفة الهيدرولوجية النفعية، ولذلك فإن فعالية العقوم هنا تكون إلى أقل حد ممكن.

- وجد أن العقوم ذات الجانبين والمحددة لجانبين فقط للمزرعة لايزيد عددها عن ٣٢ مزرعة، وتمثل ٣,٥% من جملة الحالات فقط جدول (٣٧)، كما أن مثل هذه العقوم ليست بالضرورة للحماية من خطرين، وإنما قد تكون للحماية من خطر واحد وهو السيول فى الغالب وتأخذ معظمها حرف L ولذلك فإن فعاليتها من الدرجة المتوسطة، بسبب انفتاح المزرعة وتعرضها للخطر من جانبين آخرين.

جدول (٣٧)

تقييم عقوم المزارع

فيما بين الغاط وشمال الزلفى بمنطقة الحمادة بالسعودية

خاصية عقوم المزرعة	عدد الحالات	النسبة %	ملاحظات	درجة الفعالية
مزارع بدون عقوم	٧٨٨	٨٨,٥	غير محمية	غير موجودة
عقوم من جانب واحد	٥٣	٦,٠	تحمى من خطر واحد	أقل فعالية
عقوم من جانبين	٣٢	٣,٥	ليس بالضرورة تحمى من خطرين	متوسطة
عقوم من ثلاثة جوانب	١٣	١,٥	تحمى من خطرين على الأقل	عالية
عقوم من أربعة جوانب	٤	٠,٥	تحمى من كل المخاطر وتحقق نفعا هيدرولوجيا	كاملة
المجموع	٨٩٠	١٠٠%		

المصدر : حصر المؤلف من خرائط بمقياس ١ / ٥٠٠٠٠ رقم : ٢١-٤٤٢٦ : ورقم : ٢٢ - ٤٤٢٦.

يلاحظ من الجدول أن المزارع المحمية بالعقوم من الأخطار بدرجة عالية وبدرجة كاملة لا تزيد عن ٢% فقط من مجموع المزارع وهذا يمثل عجزاً ونقصاً فى إنشاء العقوم.

- وجد من فحص الخرائط أن هناك عيون مائية كثيرة تحتاج لعمل عقوم حولها ومنها بئر الغبى. كما توجد كثير من الخزانات المائية المقامة ذات الاستخدام المحدود تحتاج لحمايتها بعقوم.
- توجد كثير من الرياض بمنطقة الحمادة تحتاج لعمل عقوم لتجميع مياه السيول والمياه المتسربة من نفود الثويرات، مثلما الحال فى نازية أبو طعيمس وفى منطقة العاذرية والمنطقة الواقعة إلى الجنوب منها، إضافة إلى منطقة سمراء اللغف، كما فى شكل (٦٨).
- تحتاج كثير من المساكن والعمران أن تطوق بعقوم، على أن تكون مرتفعة نسبياً وذات كفاءة عالية للحماية من أخطار السيول خاصة.
- لم تظهر عقوم بالمنطقة لحماية القرى من السيول سوى اثنان فقط لحماية قرية سمنان بالمنطقة، وثلاثة أخرى لحماية الطريق من تدمير السيول، وستة عقوم تعمل على تجميع المياه للنبات الطبيعى فيما بين نفود الثويرات غرباً والغاط الجديدة، وهذا يظهر عجزاً فى الدور الوظيفى للعقوم، سواءً فى الجانب الهيدرولوجى أو الجانب البيئى.

العقوم بمنطقة القطيف :

من خلال فحص الخرائط الخاصة بمحافظة القطيف مقياس ١ / ٥٠٠٠٠ وجد أن العقوم تختفى من المحافظة، فيما عدا حالة واحدة من العقوم بطول ٢,٨ كيلومتر فقط ويمتد من الشمال إلى الجنوب بين طريق الدمام / أبو حدرية وعين الصبغاوى حيث خط أنابيب البترول. ويقوم هذا العقم بدور حاجز يمنع تدفق الرمال من صحراء البياض من الوصول إلى مسطح السبخة حيث يتم استخراج الأملاح من هناك بشكل اقتصادى وفيما عدا ذلك تختفى العقوم.

لهذا فإنه فى عملية تقييم العقوم بالقطيف أظهرت أن هناك نقص شديد، وبصرف النظر عن أن المحافظة زراعية فإن الزراعة تتركز فى القسم الشرقى وتعانى المحافظة من عدة مشكلات بيئية. مما يجعل هناك ضرورة لإقامة عقوم بها لأغراض عديدة، والتى يمكن تحديدها مجملا فى الآتى :

- ضرورة إقامة عقوم تطوق المناطق الزراعية المتناثرة فى الشمال والغرب مثل منطقة العبى، والرويحة، وعين الهدارة للحماية من زحف الرمال من صحراء البياض، وفى منطقة أم الساهك وصفوى للحماية من زحف رمال طعوس أبو ثميلة. أما فى الركن الشرقى للمحافظة فيمكن إقامة العقوم للحماية من زحف رمال طعوس البقيلة على منطقتى البدرانى وأم الحمام.
- تتطلب أراضى المراعى الواقعة غرب ووسط وشمال شرق وشمال غرب المنطقة ضرورة تنميتها، حيث تدهورت بسبب الأنشطة البشرية المتنوعة، وتتم هذه التنمية عن طريق تحديدها فى صورة نطاقات وأقسام، ويتم تطويق كل قسم منها بحدود من العقوم، ثم تصمم عقوم بتفصيل دقيق داخل كل قسم حسب ظروف السطح واتجاه الميل، وذلك بهدف تجميع الأمطار للعمل على استعادة النبات الطبيعى وضعه الأولى، ثم تصدر قرارات بحماية مثل هذه المناطق لصالح البيئة الرعوية.
- توجد مجموعة من الخبوب الواقعة فى منطقة صحراء البياض، حيث تحصرها كثبان هذه الصحراء على غرار الخبوب المنتشرة فى منطقة القصيم وشمال منطقة حائل. مثل هذه الخبوب هى ثروة ومورد بمنظور التربة، ويجب صيانته والحفاظ عليه عن طريق التدخل باستخدام العقوم.
- توجد كثير من العيون المائية بالقطيف، إما ذاتية التدفق أو عن طريق الحفر والتطهير، والتى تحتاج إلى حفظها من ردم الرمال التى تنقلها الرياح وتسوقها إليها، وبشكل خاص فى المناطق الزراعية شمال ووسط وشمال غرب وغرب المحافظة، مما يتطلب الأمر تطويق مواضع هذه العيون المائية بالعقوم للحفاظ

على هذا المورد المائى، مثلما الحال فى مزارع الدريدى وأم الساهك، ومنطقة الرويحة، ومنطقة العبى وعين صليبى، وفى هذا صيانة للمزراع القديمة أيضاً من زحف الرمال، وصيانة ما يرتبط بهذه العيون من عمران واستقرار بشرى مهدد.

- تتطلب القطيف عدداً كبيراً من العقوم لصيانة المشروعات الحيوية من مخاطر الجريان السيلى الذى يحدثه المطر بعد سقوطه، خاصة خطوط أنابيب البترول، والمطارات والمهابط الخاصة بشركات البترول، ومحطات الوقود على الطرق ومشروعات استخراج الملح. إضافة إلى القواعد أو المنشآت العسكرية، ومخيمات البدو ذات البناء المتدنى والتى وجدت على هوامش القرى والمدن.

تنمية العقوم :

يمكن التوسع فى إنشاء العقوم بالمملكة العربية السعودية عن الوضع الحالى القائم بالفعل، وذلك لعدة أهداف .

الهدف الأول منها وهو حماية بعض مراكز العمران من القرى والبلدان أو المدن الصغيرة من خطر الجريان السيلى الذى يفيض على جوانب مجارى الأودية، مثلما الحال فى محافظة القياس بمنطقة جيزان جنوب غرب المملكة قرابة ساحل البحر الأحمر، حيث ينحدر وادى نصب تجاه الغرب مهدداً قرية الخريضم، ولذا يمكن إقامة عدة سدود ترابية أو عقوم إلى الشمال منه وبشكل عرضى من الشرق إلى الغرب بشكل عام. كما يمكن حماية قرية الهجنة الواقعة على يمين وادى عرمرم من خطر السيول، وذلك بإقامة عقوم تمتد بمحور شمالى – جنوبى، فيما بين مجرى الوادى من جهة الشرق والقرية من جهة الغرب.

وفى إطار مناقشة دور حماية العقوم للمظاهر البشرية فإنها يمكن أن تقوم بدور الحفاظ على التراث الثقافى ممثلا فى إنشاء مجموعة من العقوم لحماية القلاع والحصون، ومن أمثلة ذلك إنشاء عقوم لحماية حصن ابن معواى من الجريان السيلى sheet floods الناتج عن غزارة الأمطار، فى نفس المنطقة فى محافظة

القياس جنوب غ. كما يمكن إقامة عقوم لحماية قصر فضل جنوب غرب سبخة العوشزية بمنطقة القصيم. وهذا يمثل هدفاً آخر لإقامة العقوم.

وتلعب العقوم دوراً غير مباشر فى تنمية الموارد المائية على طريق إنشائها لغرض حماية العيون والآبار المائية. ومن أمثلة ذلك إنشاء عقوم إلى الشمال من بئر سلمى فيما بينها وبين الوادى، وذلك لحمايتها من خطر الردم والاندثار، حيث تتعرض لخطر وادى ريم لها.

(٢) الهند :

- تتم عملية حصاد المطر فى الهند بطرق مختلفة حسب الظروف المناخية والبيئية فى كل إقليم من الأقاليم الهندية. ففى الإقليم الشمالى الغربى يتم تجميع المياه من قمم واسطح المنازل من المياه المتساقطة مباشرة، أو تجمع فى خزانات قروية يتم صيانتها، وتجمع المياه من سفوح التلال. وفى مناطق السهول فى آسام وبنغال يتم جمع المياه فى خزانات وسدود كنتورية.
- وفى الإقليم الشمالى فى حضيض جبال الهيمالايا تجمع المياه من الأسطح وقمم المنازل.
- أما فى المناطق شبه القاحلة توجه المياه من الشلالات نحو الخزانات .
- وفى إقليم راجستان حيث الإقليم القاحل وشبه القاحل يتم حصاد المطر بطرق خزانات، أو بطرق ارتشاح المياه ثم تفريغها وصرفها ولها مسميات محلية هناك مثل Nadi.
- أما فى الجنوب الأوسط يتم ذلك عن طريق الخزانات والسدود.
- وفى منطقة الهضبة يتم ذلك بعمل خزانات وسدود

فقد وجد فى إقليم راجستان وهو إقليم قاحل arid وشبه قاحل نظام حصاد المطر منذ عام ١٥٢٠ حينما أسسه روا جودا Roa Jodha قرب جودا بور (وهى أكبر مدن الإقليم) وذلك من خلال الخزانات الصغيرة حيث يوجد فى كل قرية

غرب راجستان خزان واحد على الأقل. والخزان عادة عبارة عن حفرة بعمق ٣-١٢ متر محفورة فى مناطق رملية تجمع المياه من منطقة كبيرة المساحة، وتستمر المياه به باقية لمدة ٧ - ١٠ شهور وإذا كانت التربة فيضية تستمر ٨ - ١٢ شهرا. وهى فى صحراء ثار تستخدم الخزانات وتعرف بالهندية Toba وتستخدم قرب العزب والقرى وتستطيع نحو ٢٠ عائلة فقط أن تعيش حول الخزان الواحد منها وتستخدم المياه لأغراض منزلية وشخصية (Gurjar & Jat, 2008, p.305, 310, 313).

(٣) مصر

لحصاد المطر فى مصر يقوم السكان فى شمال سيناء بعمل حفر بين الكثبان الرملية التى تغطى شمال وشمال غرب سيناء - وعلى مقربة من الشاطئ - حيث تسقط الأمطار الشتوية فتتخلل رمال الكثبان، وتهبط إلى أسفل داخل الرمال بفعل الجاذبية الأرضية.

ولما كان سمك الرمال كبيرا فإنه قلما يحدث للمياه صعودًا إلى أعلى إلى بالخاصة الشعرية لكى يحدث لها تبخرا فى الصيف كما أنه يصعب حدوث الخاصة الشعرية فى التكوينات الرملية، وكذا فإن المياه تستقر أسفل الكثبان، ويأتى سكان عرب سيناء الرعاه منهم وسكان القرى والمدن المنتشرة على طول شمال سيناء إلى هذه الكثبان ويحفرون حفر بين الكثبان للحصول على المياه للأغراض المنزلية وللشرب وسقى الحيوانات، وتعرف هذه الحفر هناك باسم الهرابات.

أما فى شمال غرب مصر على الساحل الشمالى غرب الإسكندرية فإن الأمطار إما أن يتم تحييز المكان فى شكل أحواض زراعية صغيرة المساحة ، تزرع على المطر وتروى على المطر، وتتم زراعة نباتات شجرية تتحمل فصل الجفاف، أو يتم الحصول على المياه من أحواض عميقة ترتشح إليها مياه المطر، والمياه الأرضية الباطنية القريبة من السطح وترفع المياه بطرق مختلفة إلى السطح لاستخدامها فى رى المحاصيل الشجرية وبعض النباتات الحولية المزروعة.

- **مفهوم الحصاد**

هناك فارق بين : جمع المطر gather وحصاد المطر Harvest. وذلك على النحو التالى :

حصاد Harvest	جمع gather أو تجميع
• من شيئ مثمر + نافع	• ممكن غير نافع.
• من شيئ متجمع فى موضع أو مكان	• غالبا متباعد ومكونات فردية.
• من شيئ مادى بمختلف هيئاته.	• من شيئ مادى ملموس صلب.
• يعنى استخدامه من بعده حصاده	• يعنى استخدامه بعد فترة طويلة.

- مرحلة الحصاد Harvest Stage :
  - ممكن قبل سقوط المطر ← استمطار السحب.
  - ممكن أثناء سقوط المطر ← فوق أسطح المنازل
  - ممكن بعد سقوط المطر ← أمام السدود والعقوم.
- خصائصه الطبيعية (آلية الحصاد) : Harvest technique
  - حصاد صناعى : استمطار السحب.
  - حصاد طبيعى : أمام السدود والحواجز.
- مكان الحصاد : The Nature of space
  - أماكن مفتوحة Open space مثل ملامح السطح السهلى والتلى... الخ.
  - أماكن مغلقة Closed space مثل أسطح المنازل.
- المظهر الجيومورفولوجى لمنطقة الحصاد Geomorphological Feature
  - رمال ← فى الصحارى وأشباه الصحارى ومناطق شبه المطيرة.
  - صخور ← فى الصحارى الجبلية والهضبية وذات التضاريس المموجة.
  - أسطح ناعمة ← روضات – وبلايا والأسطح الناعمة (فوق المنازل)
  - كثبان.
  - منخفضات.

الفصل الحادى عشر
الطرق الأخرى لتنمية مياه الأراضى الجافة والقاحلة

- حفر الآبار
- بناء السدود وتنمية مياه السيول
- حفر القنوات ومد أنابيب المياه
- تحلية المياه وتدويرها
- إدارة الجفاف

أولاً : حفر الآبار :

نظرًا للنقص الشديد للمياه فى الصحارى وتعرض الأراضى التى يصيبها الجفاف dry للعجز الشديد فى المياه، لذا فكر الإنسان فى حفر الآبار لضمان التزود بالمياه لأغراض الشرب، أو حفرها على نطاق إقليمى كبير لأغراض الزراعة والرى والتنمية.

ففى آسيا فى الهند مثلا أصبح تنمية المياه الجوفية ممكناً منذ العصور القديمة. وقد كان أقدم عمليات اختبار وجود المياه الجوفية ومعالجتها واستخراجها تحتوى على تفصيلات دقيقة عن المياه الجوفية والتى تم تجمعها من الينابيع والآبار، وكان من أقدمها تلك الأوصاف والخصائص التى ذكرها Rollman عن مجارى المياه الجوفية فى مصر وسوريا عام ٨٠ قبل الميلاد، إضافة إلى الوصف الذى ذكره الفلاسفة الإغريق والرومان حيث وصفوا أسس تكوين الشلالات المائية. كما ذكر هومر Homer وبلاتو Plato وغيرهما أن هناك خطوط مياه تتدفق جوفيا من مياه البحر تحت الجبال، وأخيراً جاء شيلبى فيترفييز Shlpley & Vitrviyas والذى شرح لنا عملية تسرب المياه الجوفية بوضوح بعد سقوط الأمطار الغزيرة على التلال والجبال وتختفى تحت السطح لتظهر بعد ذلك فى شكل مساقط مائية عند مواضع المناسيب المنخفضة للتلال وظلت الفكرة عند الفلاسفة فى القرن السادس عشر حتى تم تقنيتها فى العصر الحديث (Gurjar & Jat; 2008) .

وفى الهند تم عمل خزانات تجميع المياه الجوفيـــة وتكـــون جوانبهـــا أو حوافها مرتفعة بحيث تشكل حاجزاً أو حدًا، وترجع مميزات خزانات مياه الرى بالهند إلى أنها :

أ- أنها أرخص وطريقة أكثر شعبية للرى.

ب- تحافظ على استمرار مستوى للمياه الجوفية.

ج- عملية الرى بحفر الآبار فى الصخر مكلفة جدًا بينما الخزانات أكثر رخصاً.

د- الانفاق عليها أقل بكثير مقارنة بالقنوات.

هـ- يمكن استخدام مياه مضافة من تساقط المطر يتم تجميعها خلال الخزانات.

تمثل المياه الجوفية فى البحرين كجزيرة أو دولة جزرية المصدر الوحيد للمياه فى الدولة حيث يتم استخراج المياه بمعدلات جعلت مياه البحر المالحة التى تتدفق باطنيا إلى المياه العذبة قد أصبحت ضعف الكمية التى تم سحبها من الطبقات الحاملة للمياه الجوفية، وقد أدى هبوط مستوى الماء الجوفى إلى تهديد الطبقات الحاملة للمياه بالطغيان عليها والتى يتم التزود منها بالمياه.

وقد حفرت فى الهند العديد من آبار التغذية recharge والتى تم حفرها فى الرواسب الطينية بالآلاف العديدة ، بعضها جف وأخرى مازالت تعطى المياه وتعوض انخفاض مستوى المياه بها. حيث تم حفرها فى منطقة تجمع المياه حيث تتسرب المياه إلى قاع البئر فيرتفع مستوى الماء الجوفى فى البئر الذى يتم سحب الماء الجوفى منه.

أما نظام الخزانات Tanks فى الهند فإنه توجد الخزانات بكثرة والتى تجمع فيها المياه فى منطقة هضبة الدكن والتى كثيرا ما تتأثر مناطقها بأحداث الجفاف ونقص مياه الأمطار الموسمية.

فعلى سطح الهضبة بشبه القارة الهندية تتم عمليات رى الأراضى الزراعية باستخدام مياه الخزانات حيث يتم استرجاع المياه من الخزانات إلى سطح الأرض لأطول فترة، وذلك فى فصل الجفاف الذى يحل بعد انتهاء فصل الأمطار الموسمية الصيفية بها، وحيث لا تجرى المياه طول السنة ولا تصبح المياه متاحة إلا فصل سقوط المطر الموسمى فقط (Gurjars & Jat, 2008, p.135) ولذلك كان من الضرورة تجميع مياه الأمطار وخزنها لاستخدامها فى عمليات الرى الزراعى فى الإقليم التلى وفى المسطحات الهضبية التى توجد بها تربات تصلح للزراعة.

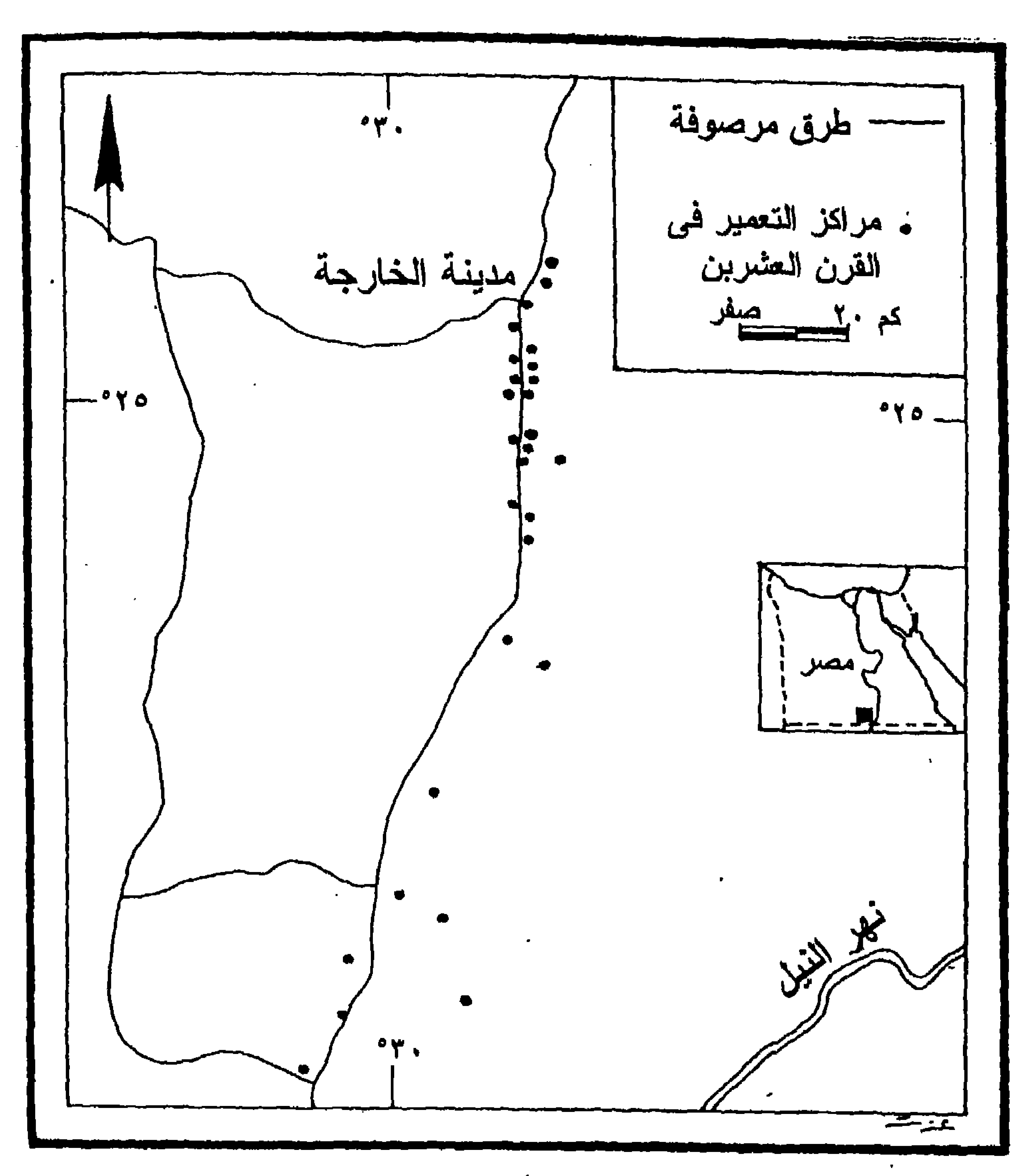
وتجمع المياه (مياه الأمطار) فى الخزانات – وهى خزانات صـــناعية- واسعة على سطح التربة (على سطح الأرض) وهذه الحفر تكون أعمـق مـن مستوى سطح الأرض المجاورة، ويتم حفرها من وقت لآخر لتحـسين أدائهـا وزيادة كفاءتها.

وهناك مشروع جَرّ مياه حوض الديسى الجوفى جنوب شرق الأردن وضخها إلى عمان العاصمة وذلك عبر أنابيب، وينفذ خلال الفترة ٢٠٠٩-٢٠١٢ ويدار المشروع من خلال خبرة تركية والأنابيب بطول ٣٢٥ كم تنقل ١٠٠ مليون م٣.

وفى تركمانستان تشير الدراسات إلى أنه يمكن تنمية المناطق الرملية عن طريق الاستصلاح الناجح، وأن تكون المياه الجوفية مرشّدة، حيث يتم الرى بالرشاشات، بينما التربة الرملية التى يقع أسفل منها تربة طينية يمكن ريها بالغمر (Babaev & Overliev, 1994, p.97). كما أنه فى استراليا يمكن تنمية الإقليم الصحراوى من خلال حفر الآبار بين مناطق الكثبان، وعمل محطات تربية الماشية فى هذا الإقليم الجاف وشبه الجاف (Clapp, 1926, p.230).

وفى قارة أفريقيا نجد أنه فى السودان قد حفر فى حوض البقـارة الجـوفى ١٢٠ بئراً وفى أم روابة شرقى كردفان ١٠٠٠ بئر وفى الصخور الرملية النوبيـة ١٠٠٠ بئر أيضاً وكلها لخدمة الإقليم الجاف وشبه الجـاف هنـاك (التركمـانى، ١٩٩٢، ص٢٠٥) لتوفير الاحتياج المائى.

وفى مصر خلال السنوات الأخيرة خطط (ونفذ حتى عام ٢٠٠٠) لحفـر آبار لتنمية محور درب الأربعين فى جنوب منخفض توشكى على طـول محـور منخفض الخارجة لعدد ٨٥ بئراً، وفى منطقة شرق العوينات (شرقى الجلف الكبير) حفر ٥٨ بئراً وباقى تنفيذ ما تبقى من خطة تنمية هذه المنطقة فى جنوب الصحراء الغربية فى مصر.



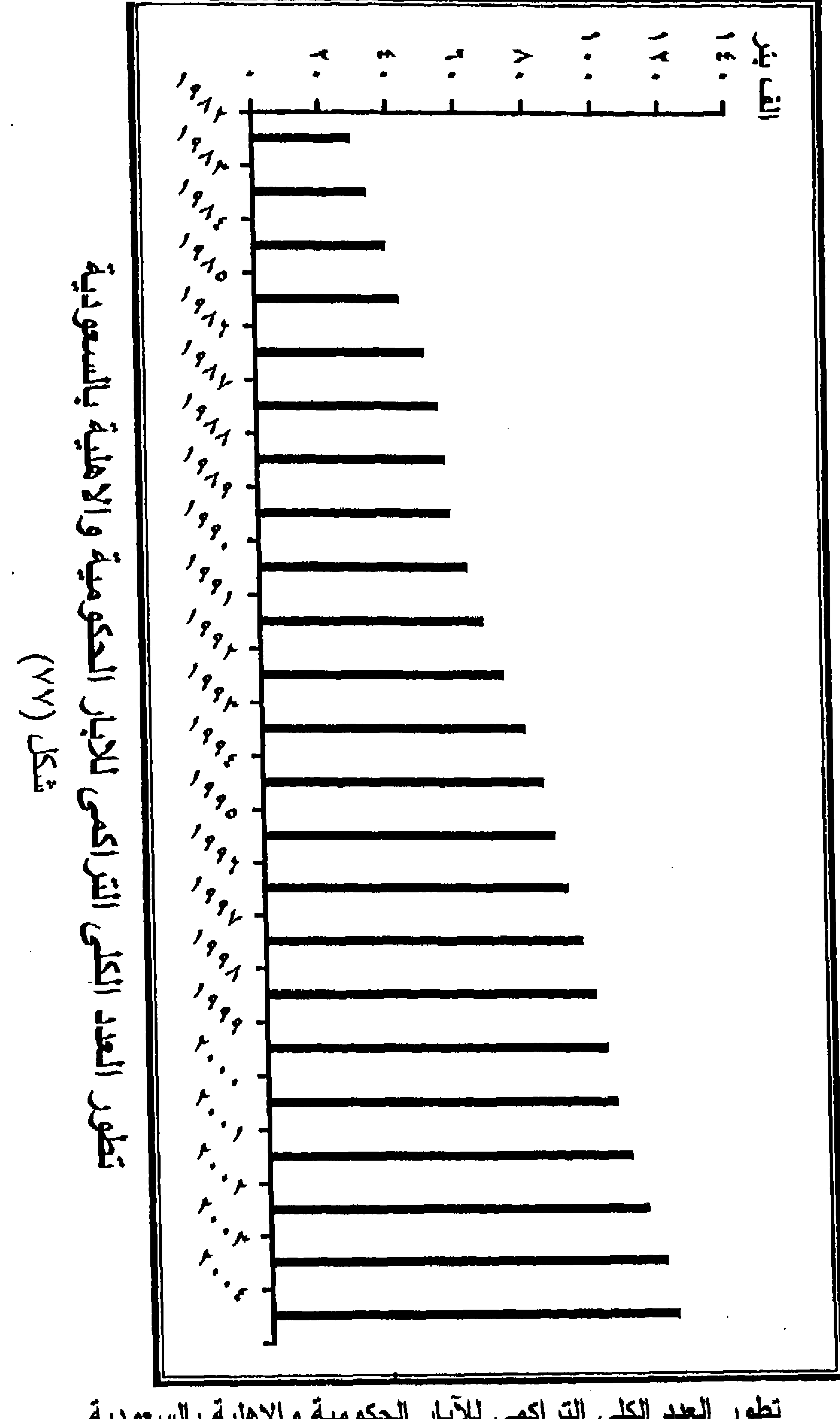
محور تعمير درب الأربعين فى جنوب مصر
شكل (٧٦)

التطبيق على السعودية :

إذا أخذنا المملكة العربية السعودية على سبيل المثال لا الحصر نجـد أن المملكة بدأت فى تقسيم الدولة إلى مناطق مائية عددها ٨ مناطق، وتـم حـصر الموارد الطبيعية فى كل منها، ومنها الموارد المائية الجوفية وإمكانية حفر عدد معين من الآبار يتناسب مع إمكانية هذه المياه، وعلى سبيل المثال لا الحـصر أيضاً حفر فى منطقة الأحساء وحدها ٣٣٦ بئراً، بعضها حر الجريان والأخرى تركب عليها المضخات لسحب المياه، بالإضافة إلى ٨٣ ينبوعاً طبيعية (الجبر، ٢٠٠٢، ص ١٠٥)، وذلك للتوسع الزراعى فى هذه البيئة الجافة شرقى المملكة، ويمكن قياس عليها باقى أرجاء المملكة من أجل التنمية.

وقد حفرت آبار حول مدينة الرياض لتغذيتها بالمياه ومنها طلمبات وادى الحاير فى وادى حنيفة (وهو أحد روافده) وقد تطورت أعداد الآبار المحفوة فى المملكة منذ ٤٠ سنة ماضية. ففى عام ١٩٧١ كان عددها نحو ٦٠٠٠٠ بئـر، سواء الآبار القديمة أو التى حفرت حديثًا (أبو العـلا، ١٩٧٩،ص ١١٦) وقـد وصل عدد الآبار فى عام ١٩٩١- أى بعد ٢٠ سنة – إلى ٤٩٩٧ بئر حكومى و ٦١٣٣٢ بئر أهلى، أى بمجموع ٦٦٣٢٩ بئر كما فى جدول (٣٨) ولهذا فإن الزيادة خلال ٢٠ سنة، بلغت ٦٣٢٩ بئر أى أن عددها قـد زاد عـشرة ١٠% خلال ٢٠ سنة، أى بمعدل نصف % سنويا. ومنذ ١٩٩١ حتى ٢٠٠٤ نجـد أن الآبار قد زادت كالتالى :

- الآبار الحكومية من ٤٩٩٩٧- إلى ٥٧٩٦ بئر بنسبة ١٦%
- الآبار الأهلية من ٦١٣٣٢ إلى ١١٤٧٥٢ بئر بنسبة ٨٧ % شكل (٧٧).



تطور العدد الكلى التراكمى للآبار الحكومية والاهلية بالسعودية

شكل (٧٧)

جدول (٣٨)

تطور أعداد الآبار فى السعودية

السنة	الآبار الحكومية	الآبار الأهلية
١٩٨٢	٣٩٧٨	٢٥٩٢٢
١٩٨٣	٤١٨٩	٢٩٩١٧
١٩٨٤	٤٣٣٧	٣٥٠٨١
١٩٨٥	٤٤٥٨	٣٨٥٨٩
١٩٨٦	٤٦٠٦	٤٥٧٦٢
١٩٨٧	٤٦٦٧	٤٩٥٥٤
١٩٨٨	٤٧١٤	٥١٣٢٧
١٩٨٩	٤٨١٠	٥٢٣٢٧
١٩٩٠	٤٩٣٤	٥٦٩١٤
١٩٩١	٤٩٩٧	٦١٣٣٢
١٩٩٢	٥٠٢٣	٦٦٨٢٣
١٩٩٣	٥٠٤٥	٧٢٨٣٣
١٩٩٤	٥١٢٧	٧٧٧٥٤
١٩٩٥	٥٢٢٤	٨٠٩٥٤
١٩٩٦	٥٢٧٩	٨٤٣٩٢
١٩٩٧	٥٣٢٤	٨٨١٤٧
١٩٩٨	٥٣٤٥	٩١٩١٦
١٩٩٩	٥٣٤٩	٩٥١٤١
٢٠٠٠	٥٣٨٣	٩٧٧٤٥
٢٠٠١	٥٤٩٠	١٠١٨٦٢
٢٠٠٢	٥٥٨٤	١٠٦٣٧٠
٢٠٠٣	٥٦٦١	١١١٤٨٨
٢٠٠٤	٥٧٩٦	١١٤٧٥٢

المصدر : وزارة المياه – إدارة تنمية موارد المياه.

ثانياً : بناء السدود وتنمية مياه السيول

(١) السدود :

تمثل إقامة السدود وسيلة أخرى لتوفير المياه فى البيئات الجافة، خاصـــة إذا كانت هذه البيئات تتعرض لأحداث الجفاف من حين لآخر. وتعمل الـسدود علـى حفظ المياه التى تضيع هباءً أثناء سقوط الأمطار وحدوث جريان سطحى فى هـذه البيئات، ويمكن استخدام هذه المياه المحتجزة أمام السدود فى الأوقات التى يتوقـف فيها المطر فصلياً أو فى فترة النقص الحاد فى سقوطها.

وقد بنى فى العالم الثالث نحو ثلثى عدد السدود العظمى فى العالم كله، والتى يحد أساساً من بنائها فقر الدول وارتفاع ت كاليف عملية إنشاء الـسدود. وتبنـى السدود لأغراض الرى وتوليد الكهرباء وتوفير المياه، وتمثل أفضل الطرق للتحكم فى المياه السطحية وإدارتها (Development, 1986, p.34) خاصة من خلال بنـاء السدود والتى يمكن أن تساعد على تجنب المخاطر مثـل الجفـاف، والمجاعـات، والعمل على زيادة إنتاج المواد الغذائية والطعام والمياه.

جدول (٣٩)

السدود الكبرى المقترحة فى العالم

النهر	عدد السدود	النهر	عدد السدود	النهر	عدد السدود
أموداريـــــــا	٢	كيريل	٩	دجلة والفرات	١٩
براهما بوترا	٣	كورا – أراكس	٤	كلورادو	١
الجانج	٥	سرداريا	٤	وادى دراع	١
السند	٣	تابتى	١	بارانا	٤
				أورجواى	١

After world Res.Institute , 2000

وقد بلغ عدد السدود العظمى فى العالم ١٢٣ فى آسيا، ٢٠ فى قارة أوربا، ١٢ فى أمريكا الجنوبية و٣ فى قارة أفريقيا، ناهيكم عــن ســدود الولايــات المتحــدة الأمريكية خاصة فى الجنوب الغربى الجاف.

ولتنمية المياه فإنه قد اقترح عمل سدود كبرى على الأنهار الكبرى فى العالم والمقترحة على النحو الوارد فى جدول (٣٩) فى المناطق الجافة :

الأمثلة التطبيقية

(١) المملكة العربية السعودية :

على الرغم من عدم وجود أنهار دائمة أو موسمية الجريان في المملكة إلاّ إن كثرة الأودية الجافة بها، ووجود أودية عظمى مثل الرمة والدواسر من جهة أخرى، وحدوث جريان سيلى بهذه الأودية قد دفع بالمملكة إلى ضرورة بناء شــبكة مــن السدود فى مختلف أقاليمها لتجميع المياه، وتنميتها واستغلالها بشكل مباشر أو غير مباشر فى هذه البيئة القاحلة والجافة.

وقد إنشئ فى المملكة نحو ٢٢٣ سداً حسب آخر إحصاء فى القرن الحــادى والعشرين، بعضها ترابى وأخرى ركامى، ونوع ثالث خرسانى، موزعــة علــى مختلف الأودية كل حسب مقدار تصريف الوادى وسعة تخزين السد، ومن أكبرهــا سد جيزان وبيشة وسد وادى حنيفة وسد المجمعة وسد روضة سدير وسد حريملاء.

وقد تم إقامة مجموعة كبيرة من السدود، وتتراوح بين الترابية وأخرى تعمل بالحاسب الآلى. ومن أمثلة السدود حسب كفاءة تخزينها:

١- سد الملك فهد ٣٢٥ م.م٣ في بيشة.

٢- سد وادى نجران ٨٥ م.م٣

٣- سد وادى جازان ٧٥ م.م٣

٤- سد وادى تربة ٣٠ م.م٣

٥- سد وادى عكرمة ٣٠ م.م٣

٦- سد وادى ينبع ٣٠ م.م٣.

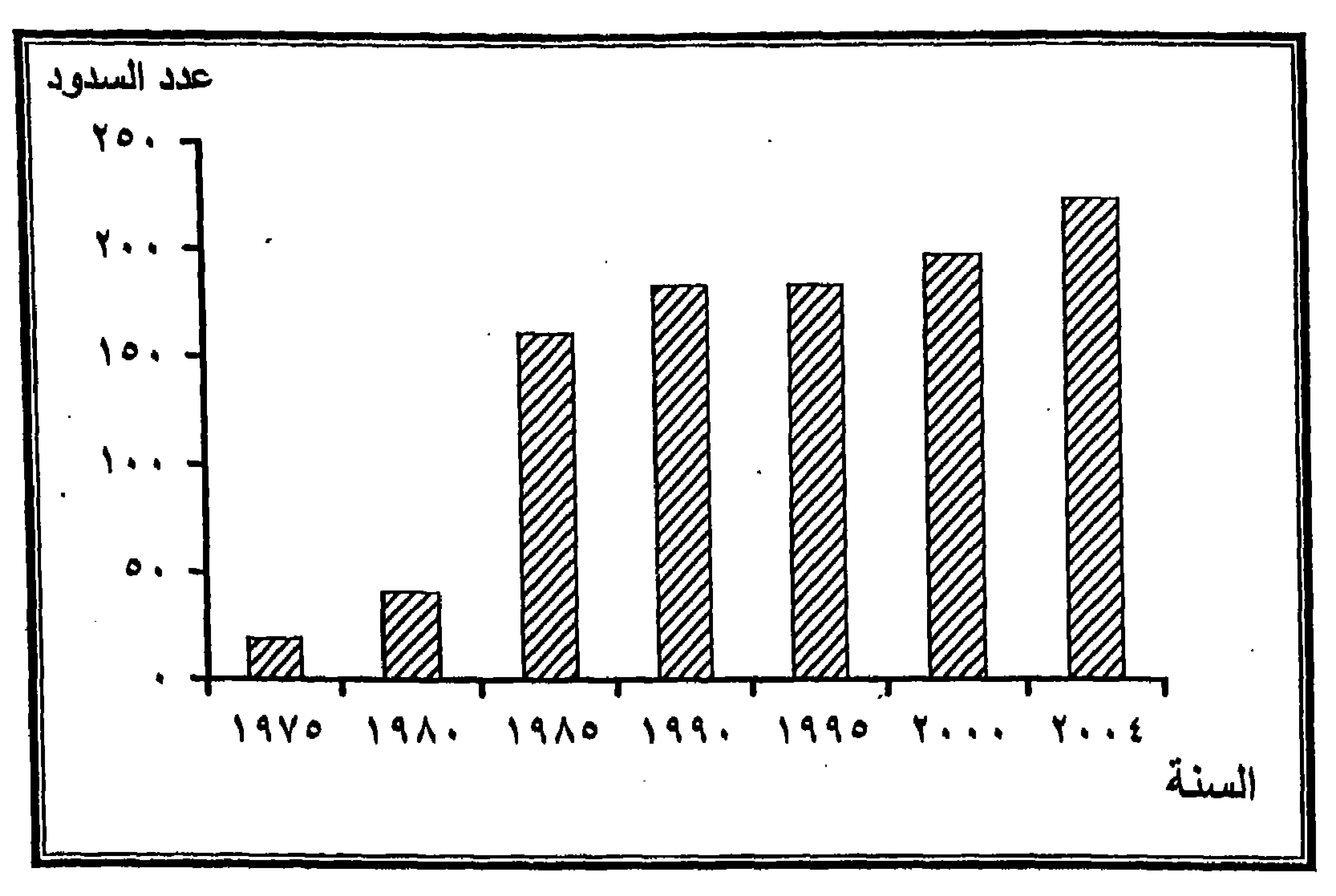
ومن حيث التوزيع المكانى للسدود فى المملكة العربية السعودية نجد أنه على الرغم من أن السدود تتركز تركزًا واضحًا فى المنطقة الغربية والجنوبية الغربية والوسطى، إلا أن التقسيمات الهيدرولوجية لمناطق السيول هى ثمانى عشرة منطقة، منها ثمانى مناطق تعد كبيرة فى سعة التخزين نسبيًا فى سدودها، وهى التى تفوق العشرين مليونًا من الأمتار المكعبة، وبيانها حسب ترتيبها كما يلى كما ذكرها محمد (١٩٨٩) :

١- منطقة نجران	٨٥	٢- منطقة جيزان	٥١
٣- منطقة الطائف	٤٠	٤- منطقة الباحة	٣٢
٥- المدينة المنورة	٣٠	٦- عسير	٢٨
٧- الرياض	٢١	٨- مكة المكرمة	٢٠

وقد حدث تطور عددى للسدود فى المملكة بالمنظور الزمانى وليس بالمنظور المكانى (التوزيع المكان السابق ذكره) وجاء على النحو التالى كما فى شكل (٧٨) وجدول (٤٠) على سبيل الإيجاز كما أوردته وزارة الزراعة (٢٠٠٥، ص ١٨) :

جدول (٤٠) تطور أعداد السدود بالمملكة العربية السعودية

السنه	العدد	جملة السعة التخزينية
١٩٧٥	١٩	٦٥,١ م. م٣
١٩٨٥	١٦١	٣٧٠,٨ م. م٣
١٩٩٥	١٨٣	٤٣٣,٦ م. م٣
٢٠٠٤	٢٢٣	٨٣٥,٦ م. م٣
المجموع	**٢٢٣**	**بالمليون متر مكعب**



التطور الزمنى لأعداد السدود فى المملكة العربية السعودية فى الفترة (١٩٧٥-٢٠٠٤)

شكل (٧٨)

(٢) ليبيا :

والمثال الثانى نأخذه من ليبيا التى أقيم فوق الأودية المنحدرة من الجنوب إلى الشمال وتصب مياهها فى البحر المتوسط مجموعة من السدود بلغ عددها ١٧ سداً أكبرها سد وادى القطارة الذى يحجز ٨,٤ مليون متر مكعب سنوياً ويليه سد وادى المجانين جنوب طرابلس بنحو ٧٥كم، أما باقى السدود فيمكن لها حجز كمية ما بين ٠,١-٢,٢ مليون م٣/ السنة كما فى شكل (٧٩).

ولما كانت الأودية الجافة فى ليبيا تتجه بشكل عام من الجنوب إلى الشمال، فإن فكرة إنشاء السدود لتنمية المياه فى ليبيا تعتمد على أن الشمال الأفريقى تسقط عليه أمطار من نظام مناخ البحر المتوسط شتاءً، وتتلقى الهوامش الشمالية للصحراء الكبرى أمطارًا شتوية تتسبب فى جريان الأودية الجافة بالمياه فى شكل سيول شتاءً. وقد أدى هذا إلى اتجاه ليبيا للقيام بعمل شبكة من السدود بشكل متعامد على الأودية المتجهة نحو الشمال، فجاء توزيع شبكة السدود فى نطاق عرضى من الشرق إلى الغرب قرب نهايات الأودية كما فى شكل (٧٩).

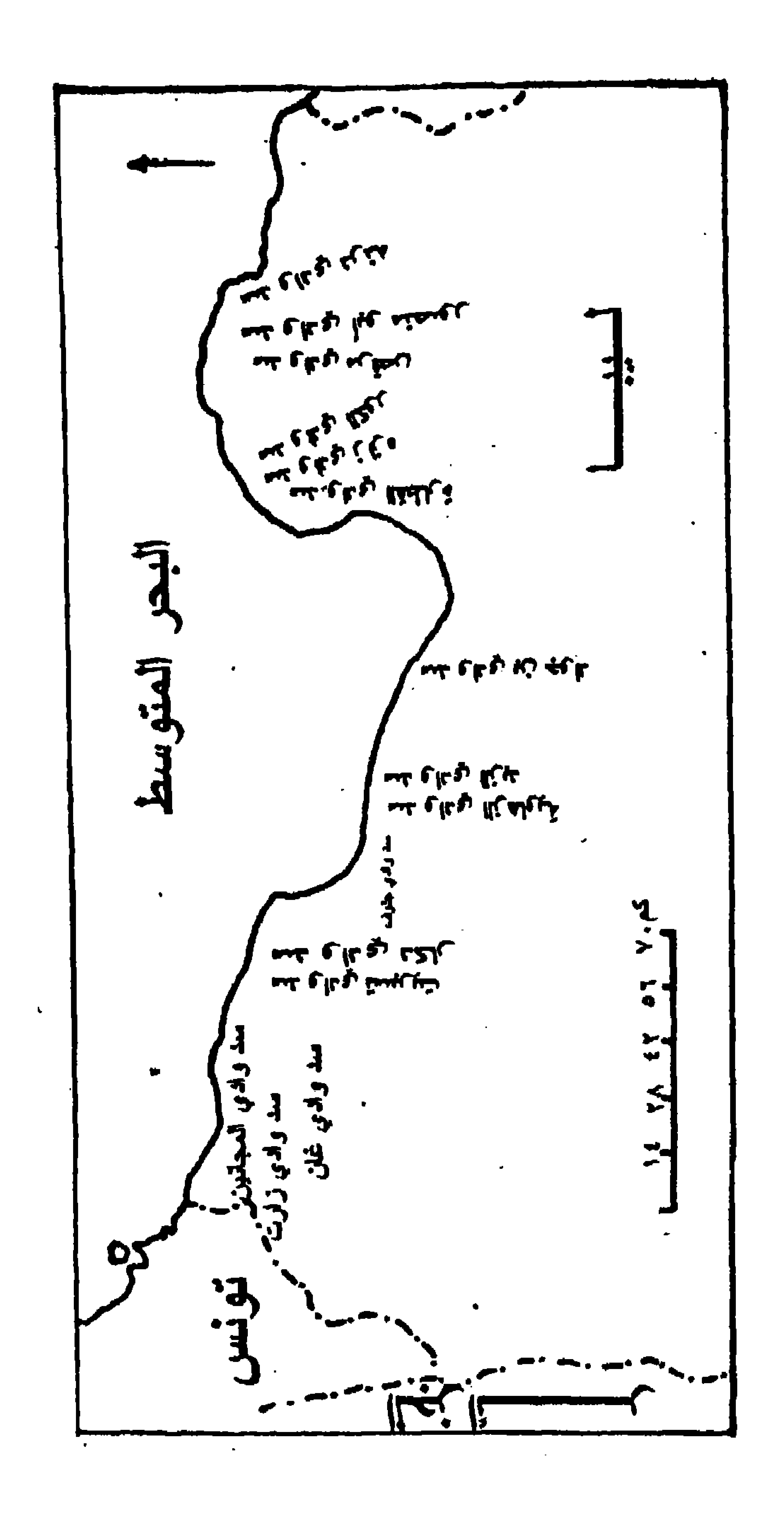
ففى منطقة الجبل الاخضر يوجد ٦ سدود كبرى هى من الشرق إلى الغرب: سد وادى درنة، وادى أبو منصور، وادى مرقص، وادى الكور، وادى زازة، وادى القطارة. أما على مقربة من ساحل خليج سرت فتوجد ٤ سدود على أودية : بن جوادن الزبد، الزهاوية، جلوف. وفى الشمال الغربى توجد سدود على أودية : دكار، تسبريت، المجانين، زارت. هذا علاوة على ان ليبيا أسست بعض السدود عند أعالى أو أواسط مجارى الأودية مثلما هو الحال فى سد البلاد على وادى درنة وسعته ١,٢ مليون م٣ ، وسد بو منصور، وسعته ٢٣ مليون م٣.

(٣) مصر

تم إنشاء أكبر سد فى مصر فى المناطق القاحلة أو الجافة فى شبه جزيرة سيناء وهو سد الروافعة على وادى العريش وذلك فى الجزء الأدنى من الوادى، ويبعد عن جنوب مدينة العريش بنحو ١٠ كيلو مترات والهدف منه حجز مياه السيول. وقد حجز هذا السد نحو ٥,٥ مليون متر مكعب أمامه بعد حدوث سيل عام ٢٠١٠ فى شهر فبراير. وهناك سد طلقه البدن وهو من نوع سدود الإعاقة، وسد الكرم الذى له كفاءة تخزينية تبلغ ٢ مليون م٣.

أما فى شمال هضبة مرمريكا الواقعة فى الطرف الشمالى للصحراء الغربية فى مصر وتشرف على ساحل البحر المتوسط فإن الأودية الجافة التى تقطعها تصرف مياه السيول إلى البحر المتوسط على غرار الأودية الجافة فى ليبيا والسابق ذكرها.

وقد أقيم شمال مصر فى هضبة أمريكا عند نهايات الأودية الجافة غرب الإسكندرية نوعان من السدود، النوع الاول هو سدود الانتشار، وتنتشر المياه فى أكبر مساحة ممكنة ليتم زراعة هذه المساحة بالشعير. والنوع الثانى هو السدود الاعتراضية، وهى كبيرة، تعترض المياه وتحول دون وصولها للبحر، ثم أخذها لزراعة مساحات كبيرة من الشعير ومن أمثلتها سد نهاية وادى ماجد، وسد ام اشطان على نهاية وادى يحمل نفس الاسم وذلك فى منطقة القصر (الزوكة، ١٩٧٤، ص ٧١).



مواقع السدود على الأودية الجافة فى ليبيا

شكل (٧٩)

وفى مصر يمكن تنمية مياه السيول فى كل أودية سيناء والتى يبلغ بها الجريان السيلى سنوياً ما بين ١٣١-٢٠٠ مليون متر مكعب، منها ٦٠ مليون متراً مكعباً بوادى العريش. أما سيول البحر الأحمر والتى تنحدر من جبال مصر الشرقية فتبلغ كمية مياهها ٢٧٤,٨ مليون متر مكعب تسيل من ١٨ وادياً رئيسياً (الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، ١٩٩٣).

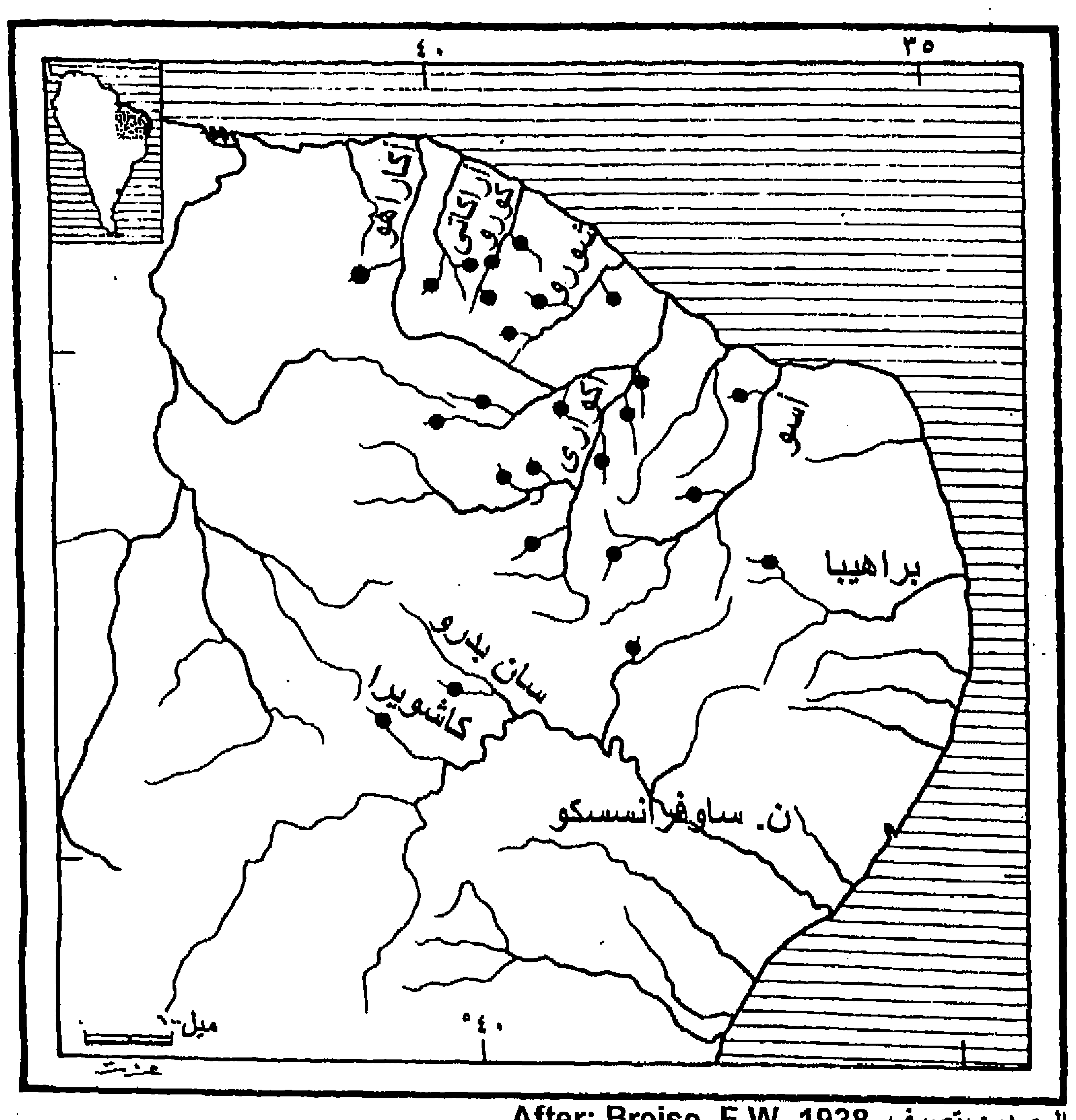
(٤) البرازيل

تمثل حالة البرازيل هنا مناطق مطيرة تحدث بها حالات الجفاف dry وليست القحولة arid، حيث يوجد هذا المظهر الجاف وشبه الجاف فى شمال شرق البرازيل، وتنحدر فى هذه المنطقة الأودية نحو الشمال، والشمال الشرقى، والشرق. وقد بنيت على ٩ أودية منها مجموعة من السدود، لتجميع المياه وحجزها للاستفادة بها فى فترات نقص الماء وحدوث الجفاف drought.

وقد خطط منذ ثلاثينات القرن العشرين إنشاء نحو ٢٥ سدًا على هذه الأودية، وحددت مواقعها كما فى شكل (٨٠) بحيث تزيد كفاءة تخزين كل سد منها عن ٢٠ مليون م٣ وأن مجموع السدود كلها فى شمال وشرق البرازيل سوف يصل ١٦٠ سداً، ٣٥ منها ٨٠ تختزن ١,٣ مليون م٣، وإجمالى ٣٦٠ سدًا كمجموع كلى يصل مجموع تخزينها بعد تنفيذها ٢,٦٨ مليار متر مكعب (Freise, 1938, p.375)

(٥) الهند :

نظرًا لكثرة الأودية غير المنتظمة فى الجريان وحدوث جفاف هيدرولوجى بها علاوة على الجفاف المناخى drought ولكثرة السكان وزيادة كثافتهم فإن السكان بدأوا يتغلبون على هذا العجز المائى بعمل السدود الترابية، وهى عبارة عن بناءات ترابية Earthen structure يتم وضعها بشكل تجميعى بعرض الوادى ويفضل أن تكون بشكل مقعر تجاه المنبع ومحدب تجاه المصب. والهدف هو تجميع المياه أمام هذه السدود لاغراض شرب الحيوانات والاستخدام المنزلى، وأحيانًا تبنى من الأحجار والحصى والزلط والمواد الطينية بحيث لا تكون غير منفذة للمياه.



المصدر: بتصرف After: Breise, F.W, 1938

السدود على انهار وأودية شمال شرق البرازيل
بكفاءة حتى ٢٠م. م٣/ السنة

شكل (٨٠)

وهناك مسميات عديدة فى الهند للسدود فمنها سدود البرك وتعرف هناك باسم nalla bunds وهى تجمع المطر فى منطقة تساقط يقل عن ١٠٠٠ ملليمتر (١٠٠سم) وعمق البركة لا يقل عن المتر الواحد والسدود الترابية هنا تكون صغيرة ويوجد فى البركة قلب محفور له حائط تم عمله من الطوب وتسود الآن سدادات أسمنتية. وآخر ما توصلت إليه السدود من هذا النوع أبعاد على النحو التالى :

الطول ١٠- ١٥ مترًا

الارتفاع ٢ – ٣ أمتار

العرض ١ – ٣ أمتار

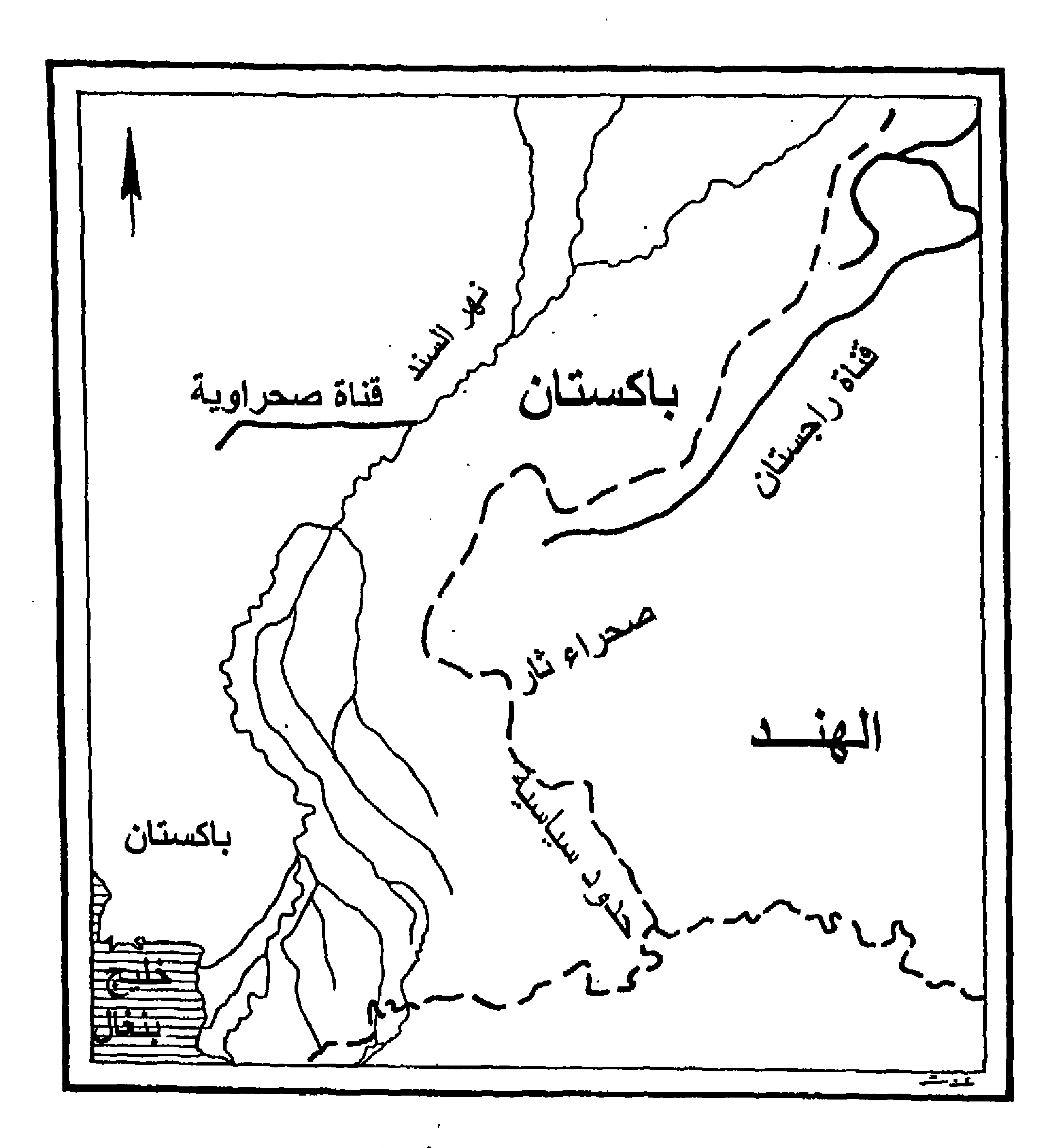
وتصمم فى هيئة شبه منحرف (Gurjar & Jat, 2008, p.89)

ثالثاً : حفر القنوات ومد أنابيب المياه

(أ) قارة آسيا

يمكن نقل المياه من مكان به وفرة مائية إلى مناطق العجز المائى خاصة فى الأراضى الصحراوية والقاحلة، سواءً عن طريق القنوات المائية السطحية أو القنوات المغطاة أو ما يعرف بأنابيب نقل المياه. ومن أمثلة القنوات السطحية قناة راجستان فى الهند التى حفرت فى صحراء ثار شمال غرب الهند عام ١٩٥٠ بطول ٦٥٠كم، وذلك لنقل المياه من نهر السند إلى صحراء هندستان، وكفائتها للرى تبلغ ١,٢٥ مليون هكتار (Sdayuk, 1986, p.90) كما فى شكل (٨١).

وفكرة المشروع تتركز فى انه تم إنشاء سد فى القرن ١٩، وحفرت القناة بحيث تتحول مياه نهر بريار Periyar تجاه الغرب وتتحول المياه من حوض النهر إلى حوض نهر آخر يعرف بنهر فايجاى vaigai واحضرت مياه الهيمالايا بذلك إلى صحراء راجستان من خلال مشروع قناة عرفت هناك باسم قناة انديرا غاندى. وتنقل هذه القناة المياه من الشمال إلى الجنوب الغربى، أى من مناطق الغنى المائى إلى مناطق العجز المائى، من المناطق المطيرة إلى المناطق الجافة، فيما يعرف بالصحراء الهندية الكبرى أو صحراء ثار الواقعة شمال غرب الهند، كما فى شكل (٨١).



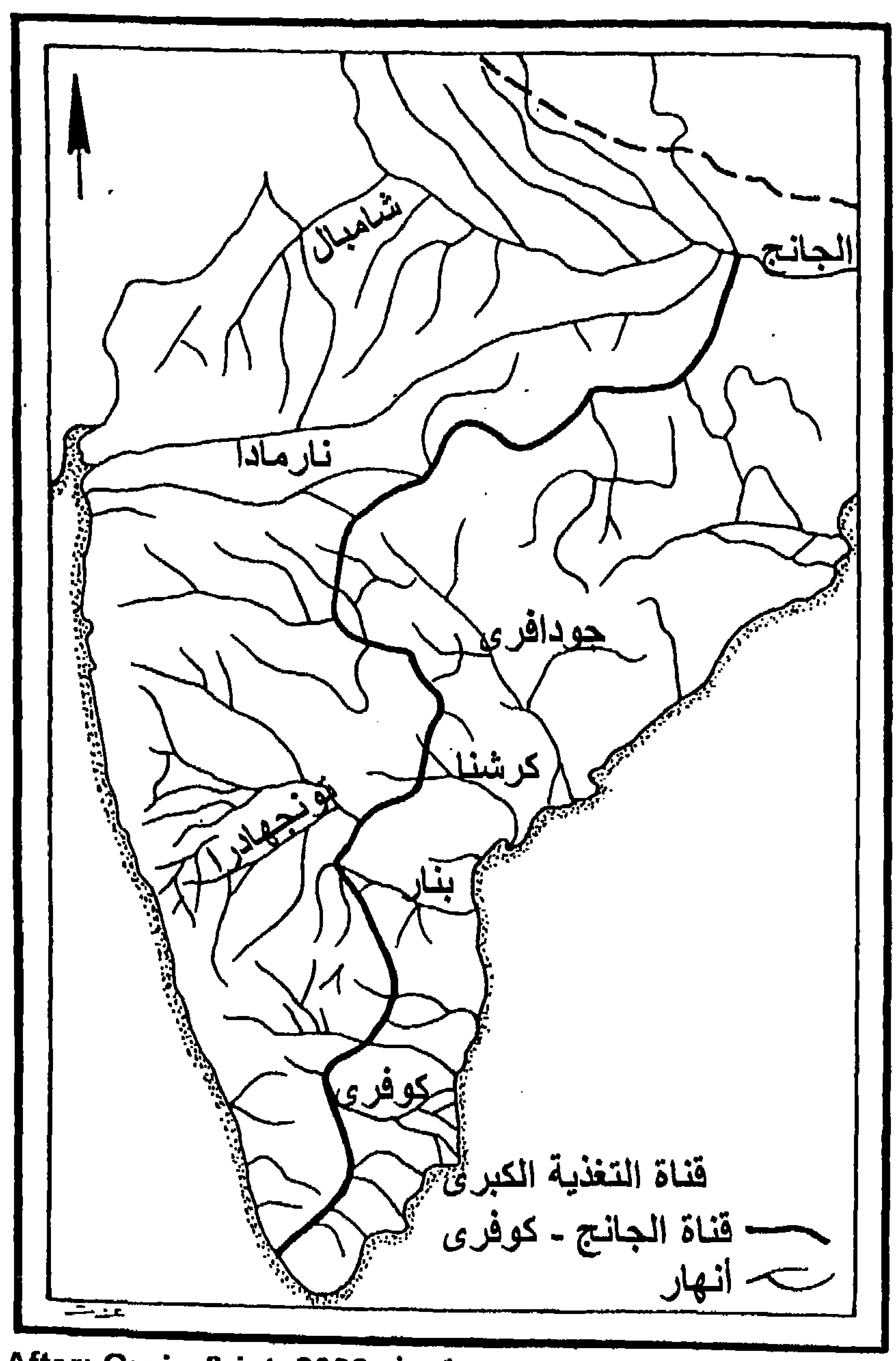
قناة راجستان ، والقناة الصحراوية في الهند وباكستان
شكل(٨١)

أما فى **باكستان** فقد حفرت قناة شبيهة بذلك، عرفت باسم قناة الصحراء، والتى تأخذ مياهها من نهر السند فى الثلث الجنوبى لأراضى باكستان، وتتجه هذه القناة بمحور شرقى – غربى تقريبا من عند مدينة كاندا كو علي النهر ثم تنحنى نحو الجنوب الغربى حتى تصل إلى مدينة بنجارى Bengari حيث تروى أراضى تقع إلى الجنوب من سلسلة جبال سليمان وإلى الشرق من سلسلة جبال كيرثار.

وقد خطط فى **الهند** لتنمية المياه وتوفيرها فى المناطق التى يصيبها الجفاف، بحيث يتم التخطيط لعمل مشروعات مائية كبرى منها قناة عرفت باسم كونول – كودابا. وقد بدأ التفكير فيها منذ عام ١٨٦٣ لتحويل مياه نهر كرشنا الواقع فى الجنوب الشرقى إلى حوض نهر بنّار Penner الواقع إلى الجنوب منه، وهذا الموضوع عمره نحو ٥ قرون منذ فترة حكم المغول فى الهند، واكتملت القناة عام ١٨٨٢. ثم جاء مشروع تحويل المياه بين الأحواض النهرية، بحيث تنشأ قناة فى وسط شبه القارة الهندية من الشمال إلى الجنوب بشكل متعرج.

ويذكر جوجار وجات عام ٢٠٠٨ بأن مركب المشروع يتكون من ٤ وصلات متصلة تبدأ من نهر الجانج شمالاً حتى نهر كوفرى فى الطرف الجنوبى لشبه القارة الهندية، وبطول ٢٦٤٠ كيلو متر، وقدر أن هذا المشروع يستغرق نحو ٣٠ سنة حتى يستكمل شكل (٨٢).

أما الخطة الحالية فقد ركزت على عمل قناة تتكون من ٣٦ وصلة، وتنقل المياه من ١٩ نهرًا من شمال الهند و١٧ نهرًا من جنوب الهند ، واقترحت عام ١٩٧٢ وتستقبل القناة المياه وتنقلها بطول ٩٦٠٠ كم وبكممية مياه تبلغ ١١٧٩ كيلو متر مكعب، والتى كانت تضيع هباءً، لتؤخذ وتوجه لمناطق الأراضى الجافة، وبذلك يمكن رى نحو ٣٤ مليون هكتار. كما أنه يمكن نقل ١٧٣ كم٣ من المياه كمياه للشرب من خلال ٢٥٠٠ كم من شبكة قنوات متاحة، وتدفع وتنقل لنحو ١٠١ مقاطعة. ونظرًا للآثار السلبية للمشروع من خلال ظهور مشكلات بيئته، ونقص التنوع الحيوى فإن السياسة الهندية قد اتجهت نحو الموافقة على مشروعين كبيرين



After: Gurjar& jat, 2008.بتصرف

مشروع تحويل المياه بين الأنهار فى الهند (تحت الدراسة)

شكل (٨٢)

فقط هما :

(أ) توصيل المياه بين نهرى كين Ken وبيتوا Betwa شكل (٨٣).

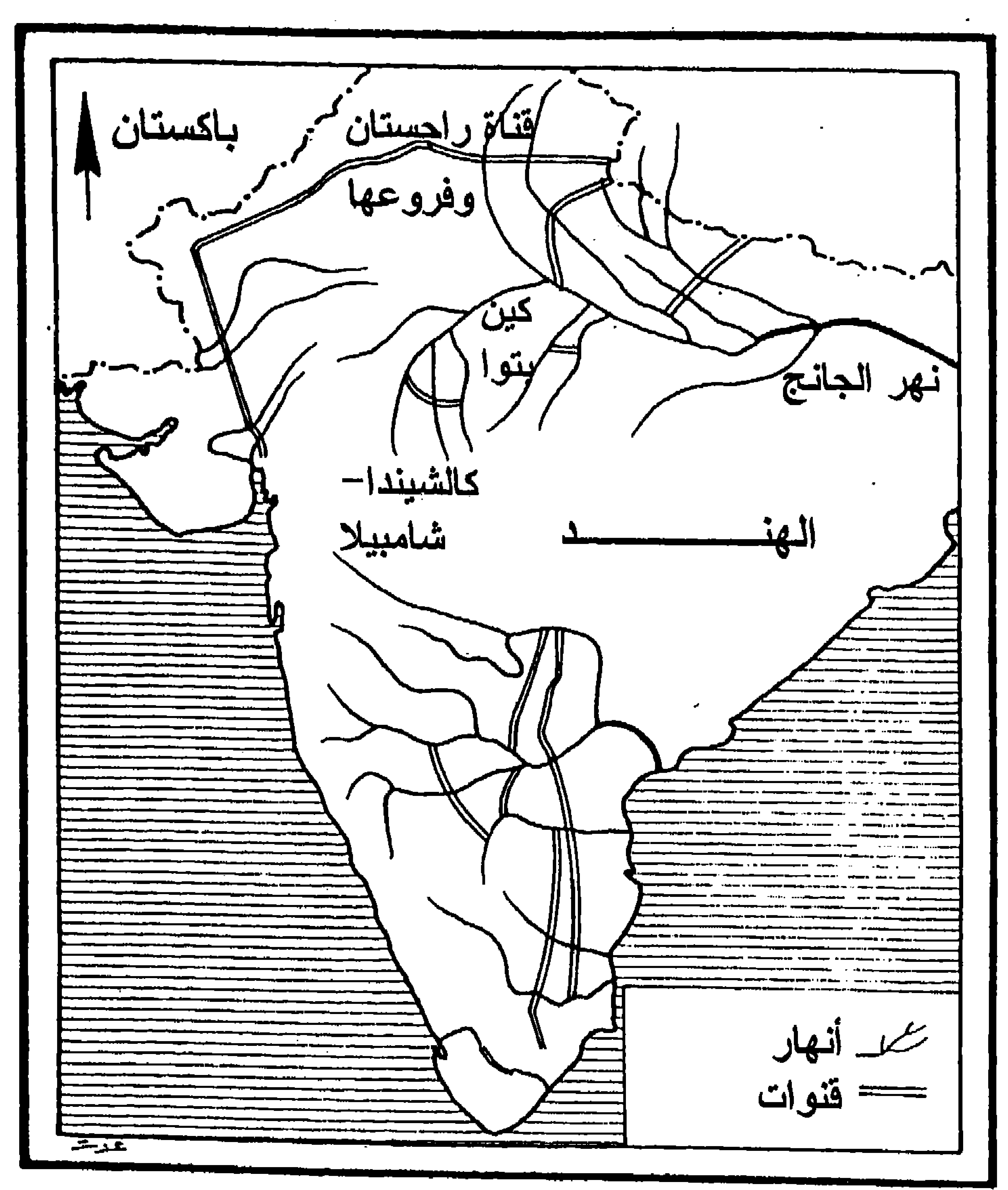
(ب) توصيل المياه عبر قناة من أنهار : بارفاتى، نيفاج، كاليسيند إلى نهر شامبل Chambal بعد الاتفاق بين الولايات الهندية وبعضها كما هو موضح فى شكل (٨٣) انظر (Gurjar & Jat, 2008, p.328, 340)

أما القناة الرابعة التى يمكن أن نوردها هنا ضمن القنوات فى قارة آسيا وهى مشهورة، وهى قناة كراكوم. وكان حلم الروس أن يحفروا قناة تنقل مياه نهر أموداريا الذى ينبع من جبال هندكوش، ويصب مياهه بالاتجاه نحو الشمال الغربى فى بحر آرال. وبالفعل تم عمل القناة، بحيث تأخذ المياه من نهر أمودرايا، وتصب مياهها فى بحر قزوين غربًا، وطولها ١٥٠٠ كيلومتر، والهدف منها رى نحو ٣ مليون فدان (وذلك قبل تفكك الاتحاد السوفيتى)، تم رى نحو مليون فدان منها حتى عام ١٩٨٠ بعدما نفذ حتى ذلك التاريخ أكثر من ٤٠٠ كم من طول القناة (بلبع وعطا، ١٩٩٧، ص ٣٠٧)

ويظهر من شكل (٨٤) أن مأخذ القناة من نهر أموداريا يقع عند مدينة أتاميارت Atamyart شرقًا والواقعة على نهر آمور، ثم تتجه القناة غربا لتتزود القناة بمياه من أعالى نهر مُرغب Murgap وروافده العليا الشمالية، ثم تواصل القناة امتدادها بالاتجاه غربا لتقطع صحراء كراكوم Karakum، وتصل إلى مدينة عشق أباد عاصمة جمهورية تركمانستان. ويشير البعض إلى أن هذه الصحراء (كراكوم) تلى فى كبر مساحتها الصحراء الكبرى فى أفريقيا.

التطبيق على السعودية :

يتمثل المشروع الخامس فى آسيا هنا فى مشروع الرى والصرف بالأحساء فى المملكة العربية السعودية. وإذا ركزنا على جانب الرى فى هذه المنطقة القاحلة فقط فإنه يمكن أن نذكر ان المشروع يقوم بتوزيع المياه المتدفقة من ٣٢ عيناً وبئراً



After: Gurjar& Jat, 2008

مشروع شبكة القنوات النهرية التى تربط بين أنهار الهند لتوفير المياه لنطاقات جافة وقاحلة

شكل(٨٣)

جملة تصرفها المائى كلها يصل إلى ٤٠٠ مليون متر مكعب/ السنة، وتوزع المياه على مساحة زراعية تبلغ نحو ٧٠٠٠ هكتار، وذلك عبر قنوات رى مفتوحة، صممت من الأسمنت المسلح، ومتدرجة فى الاتساع، وعدد :

١٩ قناة رئيسية بطول ١٦٥ كم

١٧٨ قناة شبه رئيسية بطول ٢٧٢ كم

١٦٤١ قناة فرعية بطول ١٠٤٥كم

وتوجد بوابات للتحكم فى المياه إلى المزارع عددها ٢٨١ بوابة من مختلف المستويات والدرجات، ونحو ١٦٤١ صمامات على القنوات الفرعية، ويتم التحكم فى كل هذه البوابات والصمامات أتوماتيكيًا مما يحقق دقة فى المقنن المائى المحدد لكل مزرعة ولكل نوع من أنواع المحاصيل (وزارة الزراعية والمياه ١٤٠٤هـ).

(ب) القنوات والأنابيب فى أفريقيا :

يمكن أن نشير على سبيل الأمثلة إلى نماذج للقنوات وللأنابيب الناقلة للمياه العذبة فى قارة أفريقيا، من مناطق وفرة مائية إلى مناطق عجز مائى أو ندرة مائية، أى إلى مناطق جافة أو قاحلة، بغرض تنمية هذه المناطق الأخيرة وهى على سبيل الذكر وليس الحصر وسوف نتناول بعضها بالتفصيل :

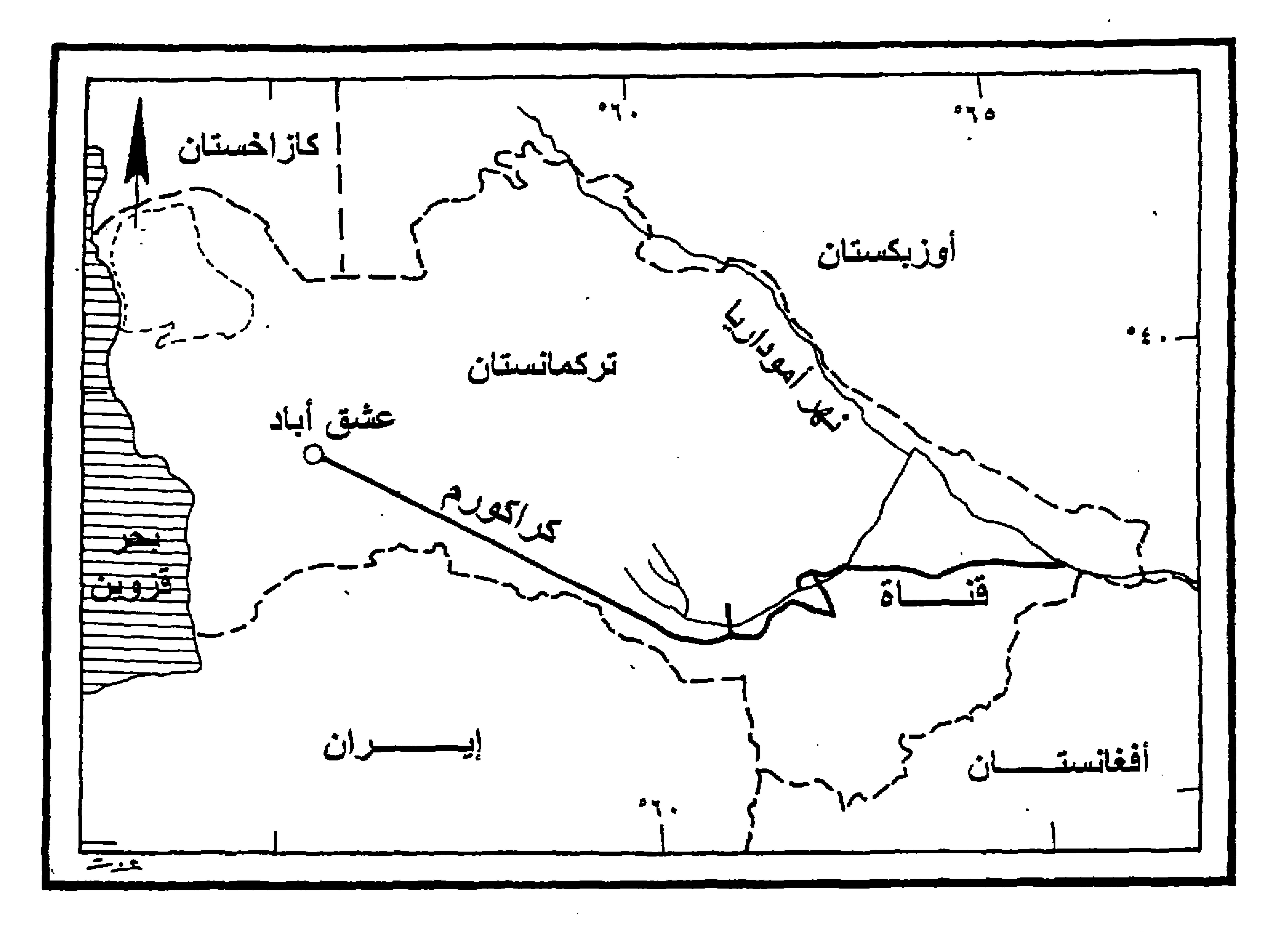
١- ترعة السلام (ترعة الشيخ جابر الصباح) فى مصر.

٢- ترعة الشيخ زايد (قناة توشكى) فى مصر.

٣- ترعة الجزيرة فى وسط السودان (بين النهرين : النيل الأزرق والأبيض).

٤- مشروع النهر الليبى العظيم فى ليبيا.

(١) ترعة السلام : وتعرف أحيانا باسم ترعة الشيخ جابر الصباح. وقد تم الشروع فى حفرها وتصميمها منذ نحو ٣٠ سنة، ولكن جاء تنفيذها متأخرًا حيث انتهى العمل منها أواخر القرن العشرين. وتأخذ هذه الترعة مياهها من فرع دمياط

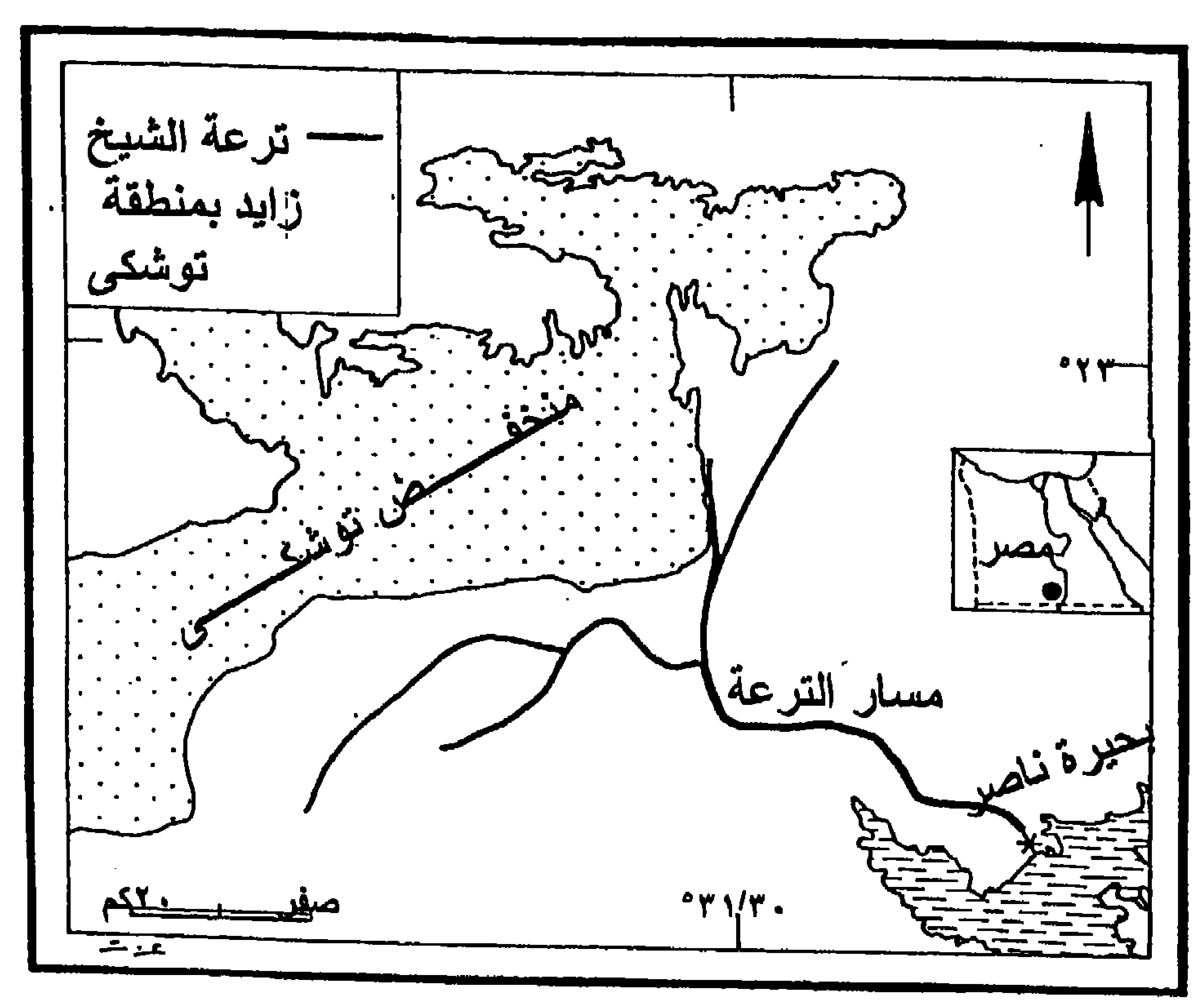


قناة كراكورم لنقل مياه نهر أموداريا من شرق الى غرب تركمانستان
شكل (٨٤)

عند مدينة فراسكور على مقربة من دمياط، من الجهة الشرقية للفرع، وتخلط هـذه المياه بمياه المصارف الشمالية شمال الدلتا، ثم يتم تقليل ملوحتها، ويتم ضخها مـن سحارة أسفل قناة السويس لتظهر فى ترعة سطحية فى شمال غرب سيناء (وشرق قناة السويس) وتعرف باسم ترعة السلام – أو ترعة الشيخ جابر. وتتوزع مياههـا فى شبكة من الترع ذات درجات مختلفة فى الاتساع والعمق، ويتم تـشغيلها عبـر بوابات تفتح وتقفل فى حالات الرى أو حجز المياه عن الأراضى. والهدف من هذه الترعة تنمية شمال شرق الدلتا وشمال غرب سيناء فيما يعـرف بـسهل الطينـة وسهول شمال شرق محافظة الإسماعيلية الواقعة شرق قناة السويس. وقـد أقيمـت عدة قرى تعمير فى هذه المناطق بغرض التنمية والاستقرار.

(٢) **قناة توشكى** : وتم حفرها غرب بحيرة ناصر فـى جنـوب مـصر، وتعرف باسم ترعة الشيخ زايد. وقد حفر ٤ ترع فرعية تاخذ مياهها من الترعـة الرئيسية حيث تأخذ الأخيرة مياهها من محطة عملاقة. والهدف من هذا المـشروع هو رى السهول الواقعة بين بحيرة ناصر ومنخفض توشكى إضـافة إلـى بعـض الأراضى الصالحة للزراعة فى شرق وجنوب شرق منخفض توشـكى، حيـث أن المساحة الصالحة للزراعة هناك ٤٥٠ ألف فدان.

(٣) **مشروع النهر الليبى العظيم** : تبنت ليبيا عمل مشروع أنابيـب ناقلـة للمياه الجوفية من واحة الكفرة فى الجنوب الشرقى ومن منطقة فزان فـى الوسـط الغربى، وتضخ المياه نحو الساحل الشمالى لتصل إلى كل من طبرق وبنغازى على سواحل الجبل الأخضر، ثم إلى مدن ساحل خليج سرت ووصولاً إلـى طـرابلس العاصمة. وقد حفر لتحقيق هذا الغرض نحو ٢٧٠ بئرا يتم تجميع مياهها، وتنقـل الأنابيب ٧٠٠ مليون متر مكعب فى المرحلة الأولى و ٧٠٠ مليون متر مكعب فى المرحلة الثانية (التركمانى، ٢٠٠٥، ص ٢٨٦).



المصدر: وزارة الأشغال العامة والموارد المائية ، ١٩٩٨.

مسار ترعة الشيخ زايد من نهر النيل الى منخفض توشكى جنوب مصر

شكل (٨٥)

(ج) القنوات فى أوربا :

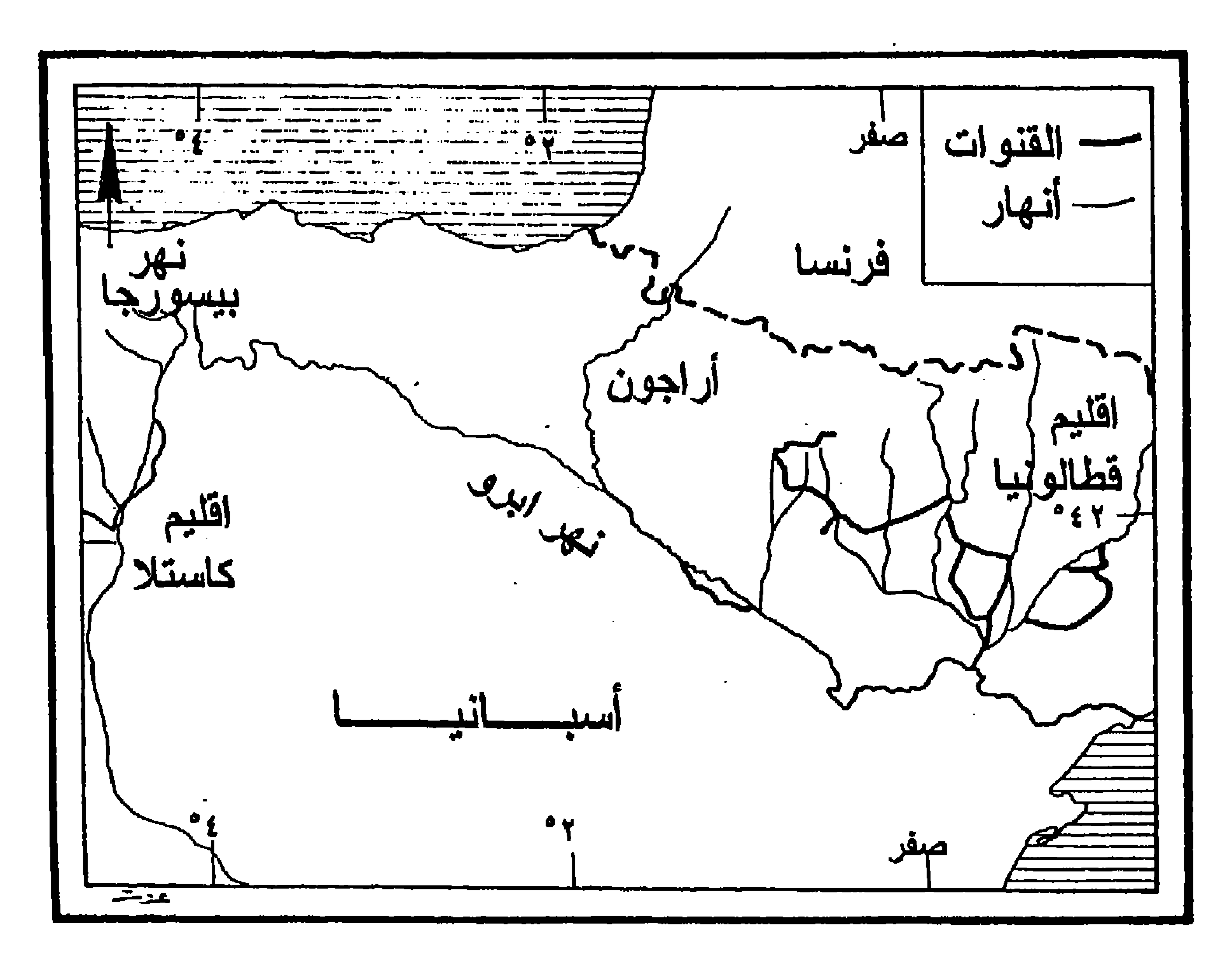
حفرت قنوات مكشوفة فى أوربا لنقل المياه لمناطق تعانى من الجفـــاف. وإذا أخذنا نموذجًا فى أوربا نجد أن **أسبانيا** خير مثال على ذلك، حيث تم حفر بها عدة قنوات تنقل المياه من الأنهار إلى مناطق أخرى تعانى من الجفاف وأحداثـــه فـــى بعض السنوات.

ففى الجزء الشمالى من حوض نهر ابرو الذى ينبع من جبال البـــرانس، وفـــى النطاق الواقع بين جبال البرانس شمالاً والمجرى الرئيسى لنهر ايرو جنوبًا تـــم حفـــر مجموعة من القنوات تنقل المياه بشكل عرضى من الغرب إلى الـــشرق وأيـــضاً مـــن الشمال إلى الجنوب من المجارى النهرية التى تمثل روافدًا لنهر ابرو والتى تجرى من الشمال إلى الجنوب خاصة فى الإقليم المعروف بإقليم قطالونيا وهو إقليم جبلى أساسًا، حيث تنقل المياه إلى العديد من المدن الإسبانية التى تبتعد عنها مياه النهر وروافده.

وفى إقليم كاستلا فى الوسط الشمالى، خاصة فى النصف الـــشمالى لهـــضبة المزيتا بأسبانيا أقيمت قنوات منها قناة تنقل المياه من نهر بسارجة وقناة أخرى تنقل المياه بمحور شمالى – جنوبى تقريبا وتوصلها إلى مدينة مدريد شكل (٨٦)، وتتعدد القنوات فى المنطقة الوسطى لهضبة المزيتا خاصة فى الإقلـــيم المعـــروف باســـم المانشيا سواء فى شماله أو جنوبه الشرقى، وكثيرًا ما تتعـــرض هـــضبة المزيتـــا لأحوال الجفاف، وتدهور المراعى، وحدوث هجرات محلية، أو داخلية للرعـــاه أو للذين يهتمون بتربية الحيوانات.

(د) أمريكا الشمالية :

هناك أمثلة عديدة لقنوات نقل المياه العذبة، وأنابيب نقل الميـــاه بالولايـــات المتحدة، ولكننا هنا يمكن ان نكتفى بمثالين فى الولايات المتحدة يعكسان تنمية المياه فى البيئة الجافة والقاحلة عن طريق نقلها من مياه الأنهار التى تبعد عنها بعشرات أو مئات الأميال منها قناة ناقلة لمياه نهر كلورادو من عند سد باركر إلى مدينة سان دييجو ولوس انجلس، والقناة الثانية هى القناة الأمريكية وقناة كوشلا ويأخذان مـــن مياه نهر كلورادو من عند سد امبريال إلى الغرب وهى المشروع الثانى.



القنوات النهرية الناقلة لمياه الأنهار الى المناطق الجافة
فى اسبانيا
شكل(٨٦)

وقد حاولت شركة تنمية كاليفورنيا عام ١٨٩٦ شق قنوات لنقل المياه من نهر كلورادو إلى وادى امبريال Imperial vally فى جنوب كاليفورنيا ولكنه فشل فى عام ١٩٠٤ بسبب حدوث فيضانات وغيرها من المشكلات .

أما المشروع الثالث فهو يقع بكامله فى ولاية أريزونا الواقعة جنوب شرق ولاية كاليفورنيا، وحيث يفصل نهر كلورادو بين الولايتين. وهناك عمليات إحلال مائى محل الجفاف، وتحويل مجرى نهر كلورادو وروافده إلى المناطق الجافة فى ولاية أريزونا، خاصة إلى الغرب من الولاية، وذلك عبر الاتفاقيات القانونية بين الولايتين أو بين أريزونا والولايات المجاورة، وأصبحت حقوق المياه محكومة مع الأرض.

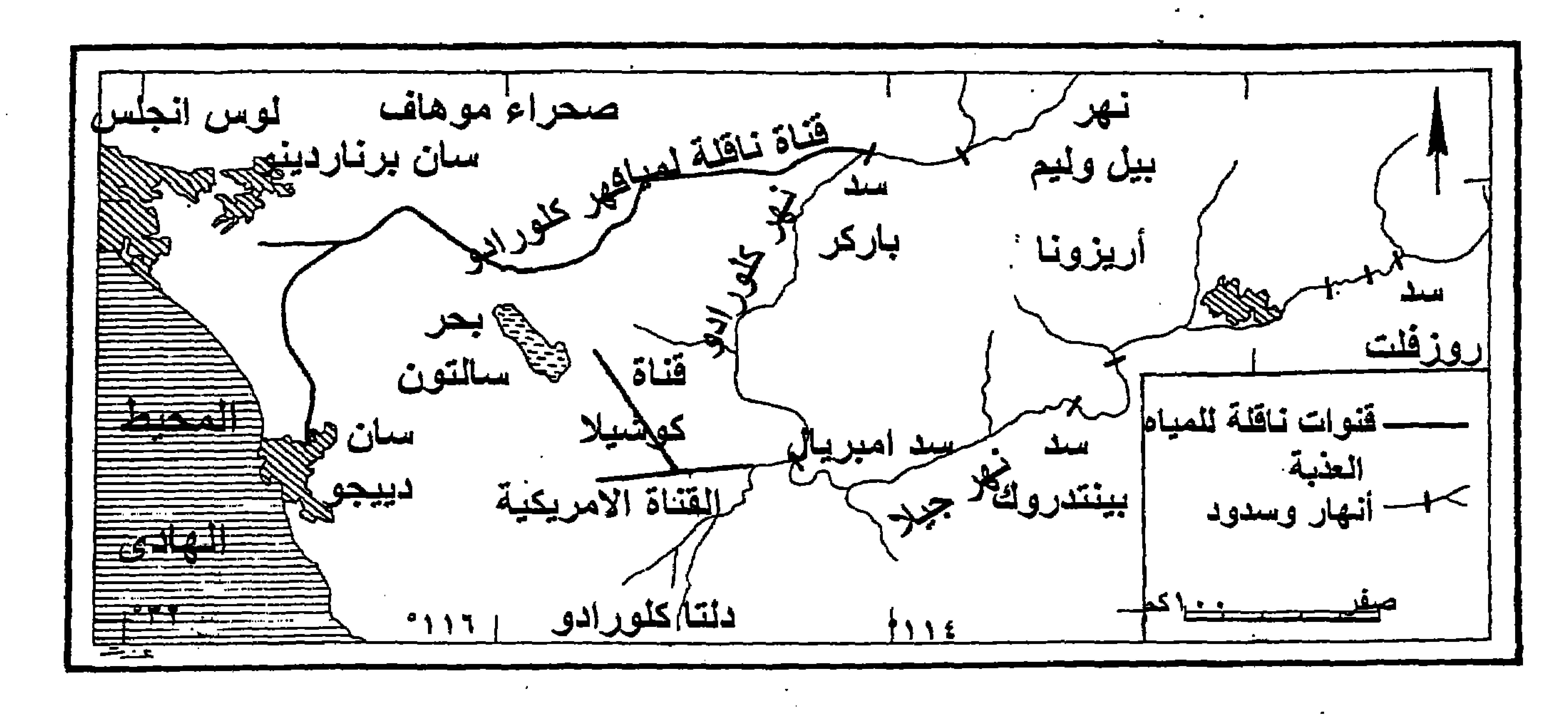
وتحقيقا لذلك تم عمل مشروع وسط أريزونا والذى عرف باسم حقوق مشروع وسط اريزونا "CAP water "right وهو إختصار Central Arizona Project والذى بدأ يظهر لحيز الوجود عام ١٩٧١. مثل هذا المشروع عبارة عن إنشاء قناة عرفت أيضا باسم CAP Canal أى قناة مشروع وسط أريزونا كما فى شكل (٨٧).

والهدف هو التزود بالمياه لأغراض الزراعة بطرق عديدة مختلفة، وتمر المياه من شرق نهر كلورادو (يسار النهر) وتتزود بالمياه أيضا من نهرى أجولافرايا شكل (٨٨)، ونهر فيرد ونهر سالت ثم تقطع نهر جيلا من منتصفه وتتزود أيضا بالمياه من نهر سانت جيلا وتصل القناة قرابة مدينة توكسون Tuscon وبهذا الامتداد للقناة فإنها يمكن أن تتيح المياه للمزارعين بأسعار منخفضة، بحيث أن المزارعين الذين يستخدمون مياه زائدة ليس لهم حق تحويلها.

رابعاً : تحلية المياه وتدويرها :

(أ) تحلية المياه :

انتشرت فكرة تحلية المياه للتغلب على العجز المائى، وذلك إما بتحلية مياه البحر بطرق هيدرولوجية خاصة تجعلها صالحة للاستخدام البشرى ونقلها بعد ذلك



نقل مياه الأنهار فى النطاق القاحل عن طريق حفر القنوات الطويلة الى الموانئ الساحلية في الولايات المتحدة الأمريكية

شكل (٨٧)

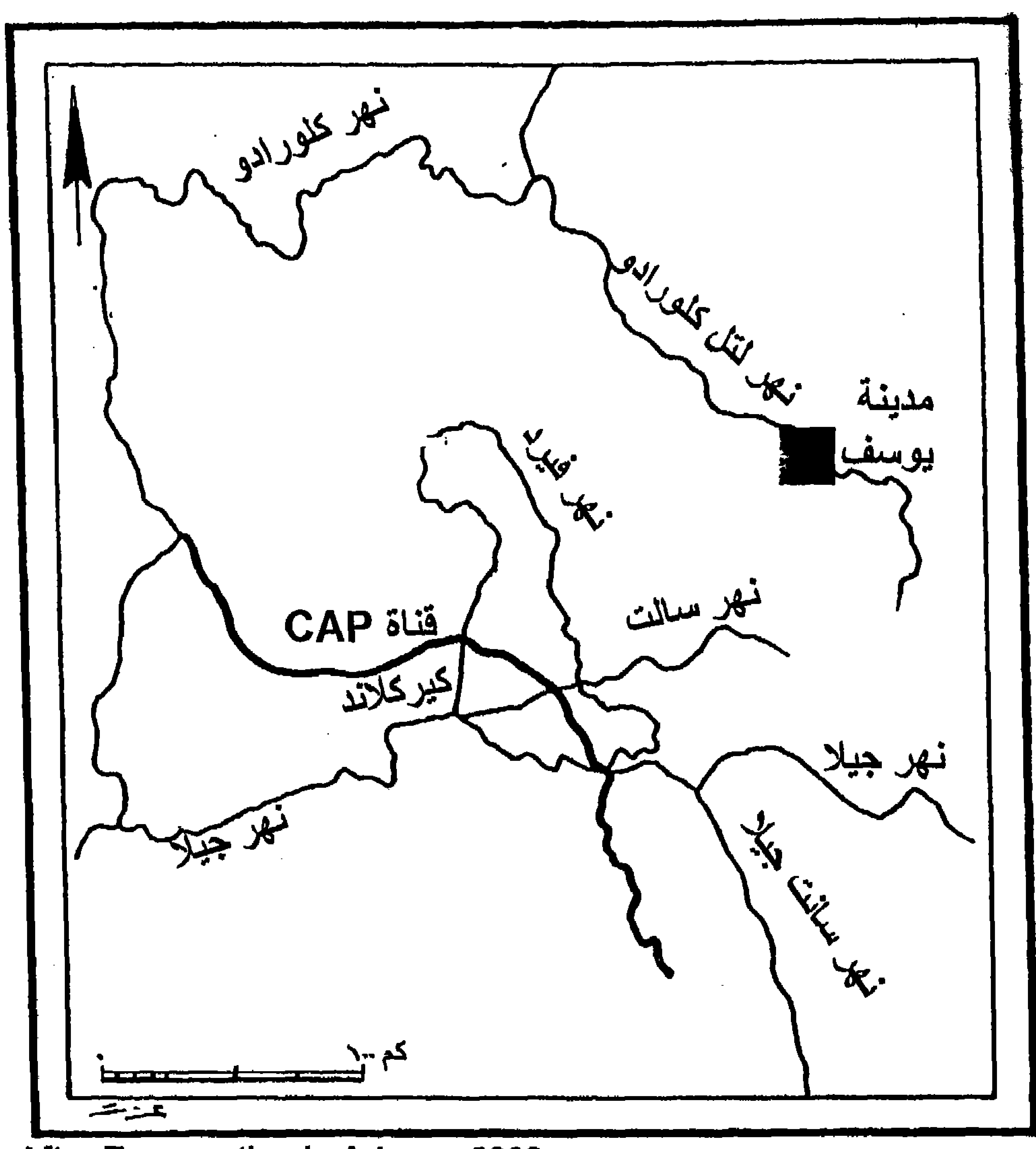
من الساحل إلى المناطق الجافة فى الداخل، أو تحلية المياه الملحة المستخرجة من باطن الأرض وجعلها صالحة للاستخدام وذلك عن طريق التخلص من نسبة كبيرة من الأملاح المذابة.

وقد انتشرت هذه الطريقة بين دول حوض الخليج العربى سواء إيران والعراق أو دول الساحل الغربى، وأصبح فى المملكة العربية السعودية العديد من المحطات التى تتوزع على طول سواحلها لتوفير المياه للمدن الساحلية ولمشروعات استخراج البترول أو لنقلها إلى الداخل للاستخدام البشرى كما هو الحال فى تبوك وينبع، وتصل المياه إلى الرياض من الساحل الشرقى، بينما تصل إلى المدينة المنورة وإلى الطائف ومكة وغيرها من تحلية المياه على ساحل البحر الأحمر.

- **تحلية المياه فى السعودية :**

أسست المملكة العربية السعودية العديد من محطات تحلية مياه البحر وصل عددها إلى ما لا يقل عن ٢١ محطة على سواحلها على البحر الأحمر وخليج العقبة والخليج العربى. وقد أصبح إنتاج المملكة من هذه المياه سنوياً ٢,٩ مليون متر مكعب تمثل ٢١% من جملة الإنتاج العالمى من المياه المحلاه، والتى تسهم بنحو ٧٠% من مصادر مياه الشرب فى المملكة والاستخدام المنزلى وذلك عام ٢٠٠٦.

وقد مدت شبكة من الأنابيب لتوصيل المياة المحلاة إلى المدن الرئيسية الواقعة فى الداخل بعيداً عن السواحل، وبلغ إجمالى طول هذه الأنابيب ٤١٦٠ كيلومتر، ومنها مشروع نقل المياه من الساحل الشرقى إلى الرياض بطول ٥٠٠ كيلومتر، ومشروع المدينة المنورة التى تستمد مياهها من محطة حقل، ومشروع عسير حيث تستمد مدنها المياه المحلاه من محطة الشقيق على ساحل البحر الأحمر.



After:Trans action in Arizona,2008

قناة مشروع وسط أريزونا- بالولايات المتحدة الامريكيةCAP

شكل (٨٨)

جدول (٤١)

كمية المياه المحلاة فى السعودية (١٩٩٤-٢٠٠٤) بالمليون م٣

السنة	كمية المياه	السنة	كمية المياه
١٩٩٤	٧١٤,٢	٢٠٠٠	٧٤٠,٥
١٩٩٥	٧١٥,٦	٢٠٠١	٨١٣,٨
١٩٩٦	٧١٧,٤	٢٠٠٢	٨٨٥,٧
١٩٩٧	٧٣٥,٤	٢٠٠٣	١٠٢٣,٨
١٩٩٨	٧٣٣,٨	٢٠٠٤	١٠٤٠,٣
١٩٩٩	٧٥٧,٦		

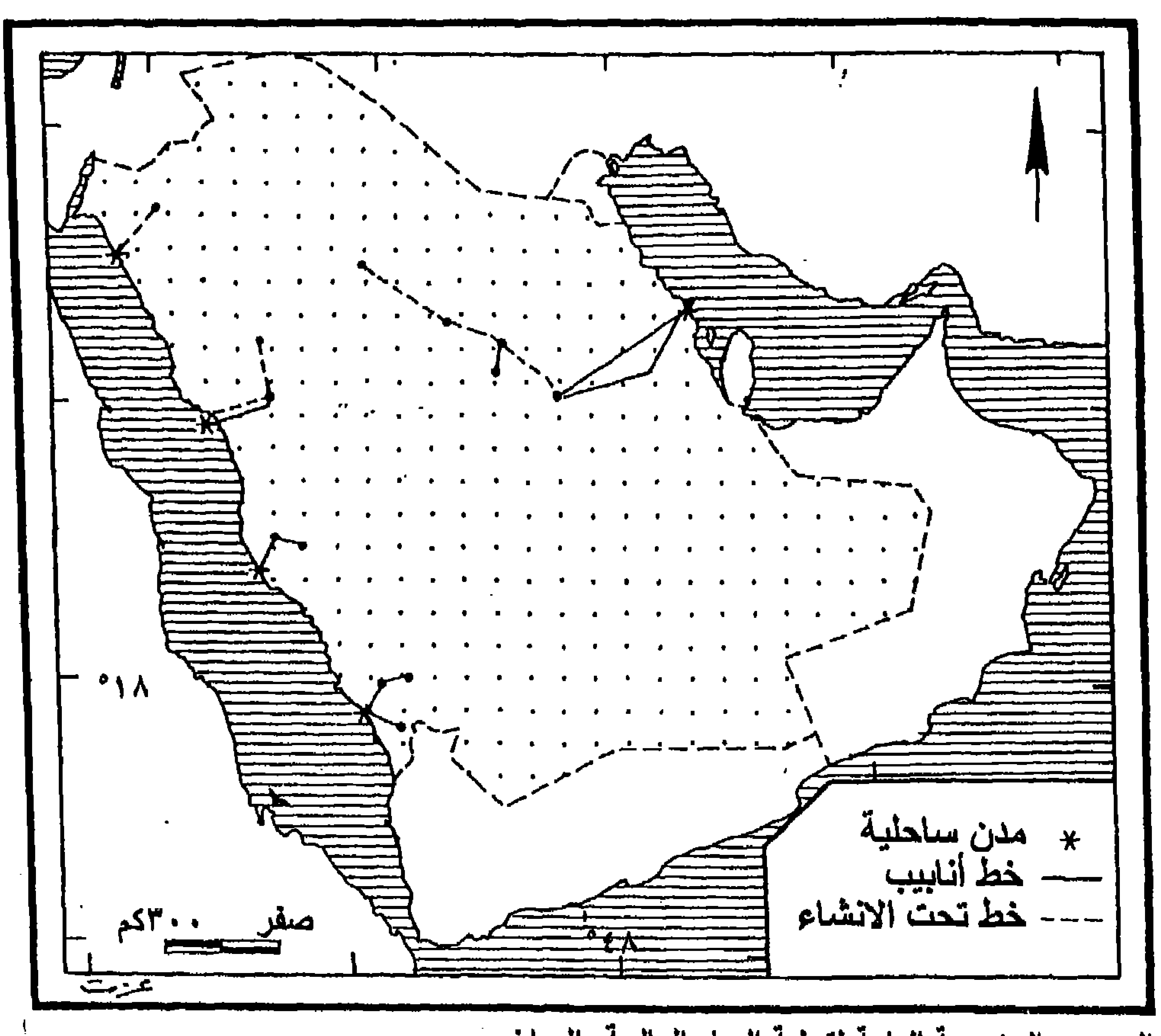
المصدر : وزارة الاقتصاد والتخطيط، العدد الأربعون ٢٠٠٤ بتصرف

ويلاحظ من جدول (٤١) أن هناك تزايد فى الكميات المنتجة من مياه التحلية لمياه البحر الأحمر والخليج العربى فى السعودية، حيث زادت خلال ١١ سنة من ٧١٤,٢ مليون متر مكعب إلى ١٠٤٠,٣ مليون م٣ أى أن نسبة الزيادة وصلت إلى ٤٥٦% قدر سنة الأساس (١٩٩٤) وذلك بسبب زيادة التحضر، وزيادة الحجم السكانى، وبالتالى زيادة الطلب على المياه خاصة للأغراض الصناعية والأغراض المنزلية.

وهناك دول عديدة فى العالم تهتم بتحلية المياه ومنها فى أفريقيا أنجولا، موريتانيا، موزمبيق، السنغال، جمهورية جنوب أفريقيا، السودان. وفى آسيا نجد دول شبه الجزيرة العربية ودول شرق حوض البحر المتوسط، وجمهورية كازاخستان ، وباكستان والهند. ويشبهها الحال دول ساحل غرب امريكا الجنوبية ودول الساحل الشرقى أيضا، أما كل كندا والولايات المتحدة فحدث ولا حرج.

(ب) تدوير المياه :

إن فكرة تدوير المياه تتركز فى إعادة استخدام المياه المستعملة مرة أخرى أو أكثر من مرة سواءً مياه الصرف الزراعى ، أو مياه الصرف الصحى.



المصدر: المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، الرياض

مواقع محطات التحلية الرئيسية على سواحل المملكة العربية

شكل (٨٩)

نظراً لأن مياه الصرف الصحى فى البيئات الصحراوية تلقى فـى الأنهـار والمجارى المؤقتة التى تقطع البيئة القاحلة وتعبرها أو تجرى بشكل مؤقت فيهـا، فإن هذا يحول دون استخدام المزارعين لمثل هذه المياه النهريـة بسـبب تلوثهـا، خاصة بالقرب من البيئات الحضرية.

لهذا فإن عملية تنقية مياه الصرف الصحى، ومعالجتها ومعالجة كيميائية، ثم

إعادة استخدام هذه المياه مرة أخرى بعد معالجتها وجعلها صالحة للرى، ولذلك فإنه يتم ضخها إلى المزارع وإلى الأراضى الزراعية لسد العجز واحتياجات النبات لها.

وقد كان بعض من هذه التقنية مستخدما بشكل فعال فى الحضارات القديمة، وأصبحت هذه الطرق الآن ذات قيمة، وتلعب دوراً فى تقليل خطر التزود بالمياه الجوفية المعروف (Mandel, 1977, p.39).

خامساً : إدارة الجفاف Management of Drought :

تهتم عملية إدارة الجفاف من وجهة نظر المؤلف بخمسة جوانب أساسية تتمثل فى العمل على :

١- تقليل الفاقد المائى. ٢- زيادة حجم الماء المستخدم فى البيئات الجافة والقاحلة

٣- تحسين نوعية الماء. ٤- الإشراف على عمليات إنتاج المياه ونقلها.

٥- تسعير المياه.

- **إدارة الجفاف الميتورولوجى :**

تتأثر أحداث الجفاف المناخى (أو الميتورولوجى) بالتيار النفاث، وبإحداث النينو وغيرها، ولذلك فإنه يمكن عمل توقعات للتغير وذلك لتأمين الأحوال الناتجة عن احتمالية حدوث الجفاف، وهنا يمكن تقليل قسوة الجفاف على البيئة البشرية.

- **إدارة الجفاف الهيدرولوجى :**

ويتم ذلك عن طريق صيانة الغابات والتحكم فى تقويضها لأن تقويضها ينتج عنه فيضانات ونحت للتربة. كذلك يمكن زراعة نباتات محبة للجفاف أو المقاومة للجفاف، وإعادة تغذية المياه الجوفية، وبناء حصادات للمياه سواء السدود أو الخزانات (Holechek et al., 2000, p.185).

- **إدارة الجفاف الزراعى :**

وتتم إدارة الجفاف الزراعى عن طريق :

- التطوير العلمى للزراعة الجافة فى مناطق عُرضة للجفاف.
- اختيار محاصيل ذات دورة محصولية قصيرة.
- زراعة محاصيل تتحمل أحداث الجفاف فهناك قطن ينضج فى ١٢٠ يومًا فقط (بدلاً من ١٥٠-١٦٠ يومًا) وبعض أنواع من القمح ينضج فى ١٢٠- ١٣٠ يومًا (بدلاً من ١٢٥- ١٤٥ يوم).
- عمل سدود صغيرة فى مناطق الزراعة الجافة وخزانات صناعية وسدود ترابية لرفع كفاءة استخدام المطر.
- تدريج السطح وزراعة أشجار على جوانب الحقول (Gurjat & Jat, 2008, pp.273-274)

- **التخفيف بعد الجفاف :**

ويحدث هذا التخفيف من أضرار الجفاف وتوابعه بعد حدوث الجفاف، ويتم هذا التخفيف من خلال (Ibid, p.274):

- عمل برامج تنمية مجتمعية.
- عمل برامج تنمية ريفية من وجهة نظر المجاعة.
- تخفيف حدة الجفاف عن طريق صيانة التربة والمياه.
- التزويد بالغذاء مثلما حدث فى الثورة الخضراء عام ١٩٧٧.
- عمل منح لتوظيف العاطلين من سكان الريف.

- **التكيف مع الجفاف :**

يقصد بالتكيف هنا : محاولة تهيئة المجتمع لتقليل خطر الجفاف، ومحاولة وضع استراتيجيات لمواجهة الوضع الغذائى غير الآمن. مثال ذلك :إقليم الساحل فى الظروف العادية يتكيف السكان بتوزيع قطعان الحيوانات وتنويعها ما بين الجمال والماشية والأغنام والماعز، وكل نوع له متطلباته الرعوية الخاصة، ودورات التغذية والاحتياجات المائية، ويحدث انتشار فى حالة فشل المراعى، بينما

فى السنوات الغنية يُخزن الغذاء والأعلاف لمواجهة خطر الجفاف فـــى الـــسنوات الكارثية، وهذا فى حالة المجتمع الرعوى.

أما التكيف الرعوى الذى يمارسه سـكان الريــف فيزرعــون المحاصـــيل والنباتات المقاومة للجفاف فى فترات نقص المطر، ويقللون من الطعام فى سنوات الجفاف حتى يتم إطالة فترة استخدامهم للمخزون الغذائى حتى يكفيهم لأطول فتـــرة ممكنة (Smith & Petley, 2009, p.280)

الفصل الثانى عشر
أهم مشكلات البيئة الجافة
وطرق علاجها

أولاً : مشكلة التصحر :

تعريف التصحر

ظهرت عدة تعريفات للتصحر desertification منذ أن بدأ الإنسان يتعرف على ملامحه وخصائصه، وكان أول من عرفه وأشار إلى كلمة التصحر هو عالم النبات الفرنسى أوبرفيل Aubreville عام ١٩٤٩، وهو عالم فى البيئة النباتية، وأنه لفظ يشير إلى عملية تدهور الأرض لتصبح ذو بيئة صحراوية غير منتجة (Dregne, 1986, p.10).

ولهذا فإن اللفظ أو الكلمة جاءت ليعبر بها عن أنها : تقدم الصحراء The advance of the desert، وأنها أيضاً تعبر عن حالة طويلة الأجل بحيث تشير الكلمة إلى أشكال أخرى من تدهور الأرض، حتى نحت التربة فى العروض المدارية الرطبة (Young, 1998, p.124).

ويمكن أن نعرض لبعض وجهات النظر فى التعريفات المختلفة التى ذكرت لمفهوم التصحر :

(١) حدد التصحر فى مؤتمر نيروبى الذى عقدته الأمم المتحدة عام ١٩٧٨ بأنه فساد للأرض deterioration والمياه وبعض الموارد الطبيعية الأخرى تحت الضغط البيئى، ويكون خفياً لايمكن إدراكه، وينتج عن ذلك نقص فى النبات الطبيعى مما يؤدى إلى بدء الكثبان الرملية فى النشاط والتكوين أو استعادة النشاط، وتقوم الرياح بنحت الأراضى الزراعية .

(٢) حسب تعديل اليونيكود UNCOD أنه عبارة عن تدمير أو انخفاض للمخزون البيولوجى للأرض، والذى يمكن أن يؤدى فى النهاية إلى ظروف تشبه الصحراء (Karrar & Stiles, 1984, p.310) .

(٣) طبقاً لرأى جرينجر Grainger عام ١٩٩٠ فإن سمث يشير إلى أن التصحر عبارة عن تدهور الأراضى فى المناطق الجافة والذى يرجع أساساً إلى

الاستخدام السيئ للأرض، وهذا يتفق مع الآراء السابقة، ولكنه يضيف بأن هذا التدهور يمكن أن يكون أسوأ عن طريق حدوث زحزحة مناخية. (Smith P., 2001, 299)

(٤) استخدم بعض المتخصصين مفهوماً آخر لعملية التصحر غير المفهوم السابق ذكره وهو desertization وهو التصحير، وهو مفهوم أكثر تعقيداً، وينتج من تضافر عوامل تؤدى فى النهاية لتحولات ينتج عنها تدهور الغطاء النباتى، فتتحول المنطقة لمظهر الأرض الصحراوية ولم يكن بها خصائص الصحراء من قبل، فتظهر الكثبان الرملية والعروق والحمادا (Le Houérou, 1976, p.1).

(٥) يوضح لاهويرو أن التصحير واضح المعنى فى محتواه، وهو يعنى أنه يحدث تحت الحماية الكلية من البشر والحيوانات الكبيرة والزائدة عن الحد، خلال جيل بشرى واحد وهو ٢٥ سنة. وفى هذا يختلف عن التصحر الذى عرف بأنه تدهور للأرض تحت ظروف المناخات الجافة وشبه الجافة وجفاف المناخات شبه الرطبة والتى تؤدى فى النهاية إلى أحوال شبيهة بالصحراء (Le Houérou, 2002, p.1 & 5).

مظاهر التصحر

(١) الزحف الصحراوى :

تمثل حركة الرمال وزحفها صورة من صور الزحف الصحراوى، وهى عبارة عن نقل وإرساب كميات كبيرة من الرمال فى مواضع لم يكن بها تجمعات رملية، وتبدو فى شكل كثبان رملية أو تلال ونباك، أو فرشات رملية، وتعرف باسم زحف الرمال sand creep، أما الصورة الثانية فهى تعرض الأرض الزراعية لغزو الكثبان.

وقد كان أول من عرف زحف الصحراء هو بريتون E.W. Briton وأشار إليه بأنه Encroaching Sahara، وقد لاحظ بوفيل Bovil زحف الصحراء فى المنطقة بين السنغال ونيجيريا، واستخدم ستينج هذا المصطلح بشكل واسع – وهو عالم نبات بريطانى الأصل درس تقدم الرمال فى صحراء موريتانيا – قد أشار إلى أن الزحف

الصحراوى يعنى أراضى مزروعة تفقد : إما بزحف الرمال أو بامتداد الجفاف وفقدان رطوبة التربة(Dregne & Tucker, 1988, pp.16-17) .

معدلات الزحف الصحراوى وزحف الرمال : أما عن الزحف الصحراوى وتأثيره فى بعض الأقاليم والدول فيمكن التعرف عليها من خلال عدة نماذج فى القارات المختلفة. ففى قارة آسيا وجد فى الصين أن هناك عملية زحف للرمال على الأراضى الزراعية المجاورة والقريبة من الصحارى، وحيث أن نحو ٥٩% من مساحة الصين مغطاة بالرمال فإن تأثيرها أصبح قوياً، وبلغت المساحة الزراعية المتأثرة بالزحف الصحراوى بها نحو ١,٠٩ مليون كم٢ (Al-Jaloud & Hussain, 1994,p.35).

وفى دولة الإمارات العربية المتحدة نجد أن ٧٠% من أراضى الدولة تغطيها الكثبان الرملية، وتكمن الخطورة فى حركة الكثبان فى هجومها على الطرق وتعطيل الحركة، بالإضافة إلى خطورتها على الأراضى الزراعية (El-etr et al., 1994, pp. 508-509)

والمثال الرابع وهو المملكة العربية السعودية، والتى يتركز الزحف الصحراوى بها فى عدة مناطق هى : المنطقة الشرقية، ومنطقة القصيم التى تعانى منه، وتعانى منطقة حائل بشكل شديد من الزحف الصحراوى أيضاً، كما تعانى مواقع كثيرة للبنية الأساسية من صناعة ومناطق عمران وطرق وغيرها، ويبلغ منه معدل الزحف الصحراوى ١٥ متراً/ السنة (Qari & Shehata, 1994, p.461).

وفى المنطقة الشرقية وجد من دراسة بدر (Bader, 1994) أن معدل هجرة الكثبان الهلالية تزيد حمولتها من كمية الرمال المنقولة – لتصل إلى ١٢٢ كجم / المتر/ سنوياً للكثبان.

وقد عملت الكثبان المتحركة وزحف الرمال على الأراضى الزراعية فى واحة الإحساء على ردم ملايين الأمتار المربعة من الأراضى الزراعية تحت الرمال الصحراوية خلال القرن الماضى، وردم كثير من مظاهر البيئة الأساسية تحت الرمال التى غطتها رمال بسمك يبلغ عدة أمتار ومنها منطقة جواثة.

وإذا انتقلنا إلى الشمال فى المنطقة الشرقية نجد أن زحف الرمال قد حدث أيضاً بشكل واضح فى واحة القطيف، حيث هاجمت الرمال مزارع القرى فى العوامية حيث تهاجمها الرمال من الشمال، وإلى الشمال من التوبى تقع الرمال التى تهدد المزارع، وهاجمت الرمال وزحفت على الأراضى الزراعية وأحاطت بمنطقة الجارودية من الشمال الغربى وتراكمت بمحور شمال غربى - جنوبى شرقى يتفق مع الاتجاه العام للرياح السائدة. كما هاجمت الرمال وزحفت على الأراضى الزراعية بين الجارودية غرباً وقرية المحيش الواقعة إلى الشرق منها، ويلاحظ من الشكل أن المزارع فى غرب الدش وإلى الجنوب من الملاحة، وإلى الغرب من سيهات قد تعرضت لزحف الرمال بها، كما فى شكل(٩٠).

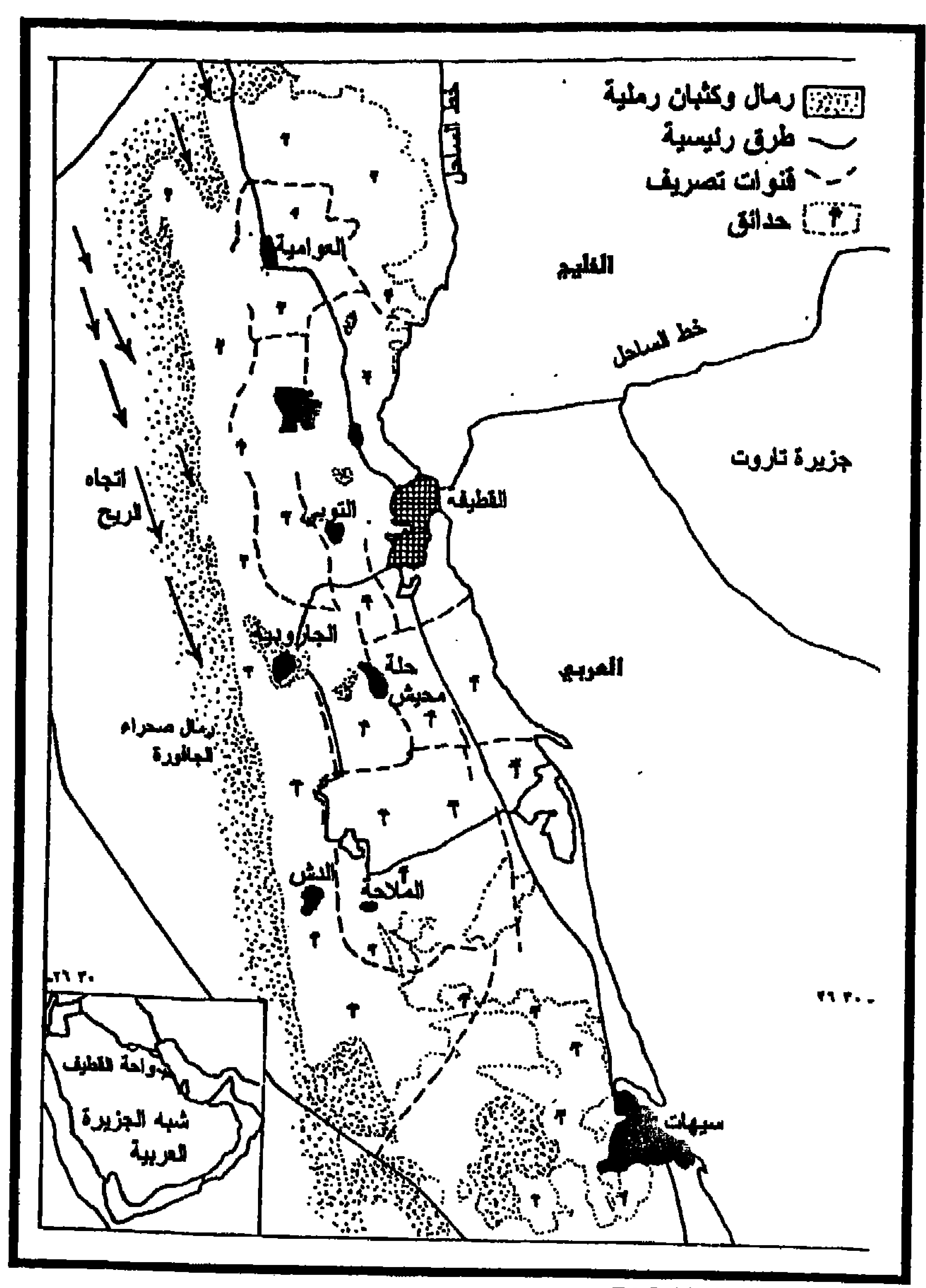
وفى مصر كثيراً ما تغزو كثبان غرد أبو المحاريق الأراضى الزراعية والمشروعات فى الواحات الخارجة، كما تردم الكثبان فى النطاق بين الواحات الخارجة والداخلة الطريق المرصوف بتكرار عديد.

وفى افريقيا جنوب الصحراء نجد أن الزحف الصحراوى فى السودان حدث لمسافة كبيرة خلال الفترة ١٩٥٨-١٩٧٥، ووصلت مسافة هذا الزحف ٩٠-١٠٠كم، اى بمعدل ٥,٥كم /سنوياً (Dregne & Tucker, 1988, pp.16-17). بينما بلغ معدل زحف الصحراء فى النيجر ومالى بالاتجاه نحو الجنوب حوالى كيلو متر واحد/ السنة (Ibid.).

(٢) نحت التربة كمظهر للتصحر

متى يحدث النحت ؟

تتعرض التربة كسطح من الأسطح اليابسة بحكم خصائصها بأنها مفتتة لعملية النحت والإزالة حتى ولو كان مقدار هذه الإزالة بضعة ملليمترات سنوياً، وحتى فى ظل وجود غطاء نباتى أيضاً (Kovda, 1980, p.122) وتعرف معدلات نحت وإزالة التربة بمصطلح خاص بها وهو "**حساسية فقدان التربة Vulnerablulity**" ويحدث النحت للأرض إذا قلت نسبة الغطاء النباتى الطبيعى عن ٤٠-٢٠% من النبات الدائم فى كل الفصول (Mabbutt & Floret, 1980, p.29). والذى ينتج أساساً بسبب نقص المطر وحدوث الجفاف.



المصدر : FAO,1970,vol.1

مشكلة زحف الرمال فى واحة القطيف
بالمملكة العربية السعودية
شكل رقم (٩٠)

(٣) تدهور المراعى كمظهر للتصحر

تعتبر المراعى من المظاهر الحيوية التى تمثل ميزاناً واضحاً لوجود التصحر أو عدم وجوده، وللدرجة التى وصل إليها التصحر، ولهذا فإن المراعى التى تـرى على سطح التربة تمثل انعكاساً للتصحر، فإذا تدهورت المراعــى دل ذلـك علـى وجود تدهور بيئى – أى أنها تعكس مظهر التصحر.

جدول (٤٢)

رتب حالة المراعى

رتبة الحالة	صفة المرعى
١	حالة أصلية أو حالتها الأولى
٢	حالة جيدة، تستخدم جزئياً، ونادراً ما تفقد بعض الأنواع
٣	تدهور النبات يكون واضحاً، غالباً يكون هنـاك أنـواع غيـر مستـساغه unpalatable ولا يوجد نحت وإذا وجد يكون قليلاً
٤	يصاب النبات ط. بالتدهور، وتنحت التربة جزئياً بفعل الرياح أو الأمطار
٥	تدهور النبات ط. ويحدث نحت كبير، وتتكـون الأخاديـد وتخطـط هـذه الأخاديد وتقطع الأرض فى معظم أسطح المنطقة

المصدر : After Biswas & Biswas 1980.

ولما كان تدهور المراعى يرتبط بالرعى الجائر Overgrazing، لذا فإن تدهور المراعى ينتج عنه نحت أراضى المراعى، وينتشر ذلك فى النطاق الجاف dry وشبه القاحل semi arid، وينتج عن تدهور النبات تغير الأنواع وانحدارها لأنواع أضعف، وتتغير كثافته إلى الكثافة الأقل، وهذا يقلل من المادة العضوية المتاحة فى التربة فتقل مقاومتها للنحت، وتبدأ الرياح فى نحت الحبيبات الناعمة فى الفصل الجاف، والنحت الاخدودى Gullying فى فصل سقوط الأمطار (Young, 1988, p.123).

تطبيق على المملكة العربية السعودية :

فى المملكة العربية السعودية اتضح انخفاض ونقص نسبة التغطية النباتية فى مراعى الوديان الشمالية فى الفترة من ١٩٨٤-١٩٩٠ من ٣,٩٣% إلى ٠,٢٧%، واختفاء النباتات المعمرة المفضلة للرعى وزيادة النباتات غير المستساغة لرعـــى الحيوان (الحسن، ١٩٩٤، ص٥٠٣). وقد سجل أيضاً فى وادى فاطمة من خـــلال الصور الجوية لفترتين هما ١٩٥٣، ١٩٩٣ أن مساحة النبات الطبيعى كانت فـــى الحالـــة الأولـــى ٥,٩٧كم٢، وقلت فـــى الفترة الثانية إلـــى ٣,٢٧كـــم٢ (Qari & Shehata, 1994, p.464) أى أن المساحة نقصت خلال ٤٠ سنة حوالى ٤٠% مـــن المساحة الإجماليـــة أى أن التنـــاقص كـــان معدلـــه تقريبـــاً ١% مـــن مـــساحة المراعى/السنة.

(٤) تملح التربة :

يقصد بتملح التربة هو عملية تجمع الأملاح بين حبيبات التربة بـــاختلاف أنواع هذه الحبيبات، رملية كانت أم طينية، وبشكل مستمر بحيث يحـــدث تـــراكم تدريجى للاملاح لدرجة تضر بالنبات، فيقل أو يختفى، وتـــصبح الأرض جـــرداء تشبه بذلك الصحراء الجرداء، وتصبح غير صالحة لنمـــو المحاصـــيل أو النبـــات الطبيعى، وتبدو تجمعات الاملاح والقشور الملحية منتشرة على سطح التربة، والتى تشير بذلك إلى مظهر الصحر حسب تعريفاته السابق ذكرها.

(٥) تقلص المساحة المزروعة ونقص الإنتاجية :

يُعتبر نقص المساحة المزروعة وخاصية نقص الإنتاجية دليلا على حدوث حالة التصحر يرتبط الفاقد فى الإنتاج بنحت التربة ارتباطاً مباشراً، ويظهر ذلك من جدول (٤٣) فالفقدان الضعيف للتربة بسبب النحت (٥%) يـــؤدى إلـــى انخفـــاض الإنتاجية بمقدار خفيف، وإذا كان النحت متوسطاً فإن فقدان الإنتاج يكون معتـــدلاً،

وإذا اشتد النحت ووصل فاقد التربة إلى ٧٥% فإن نقص الإنتاج يكون كبيراً. ويلاحظ أن زيادة نسبة الانخفاض الشديد فى الإنتاج الزراعى فى أفريقيا وآسيا إلى ١٧%، ١٦% على التوالى.

جدول (٤٣)

علاقة فاقد الإنتاج بنحت التربة

نسبة الفاقد	صفة نحت التربة	مقدار فقدان الإنتاج
٥%	ضعيف	فقدان خفيف
٢٠%	متوسط	فقدان معتدل
٧٥%	شديد	فقدان كبير

المصدر : After Young, 1998, p.131.

وقد وجد أن أكثر من $\frac{1}{2}$ المساحة المزروعة فى استراليا قل إنتاجها حيث أصبح ٥٥% من المساحة ذات انخفاض معتدل (١٠-٥٠%).

وإذا أخذنا أمثلة أخرى من العالم لتوضيح نقص الإنتاجية والمساحة المزروعة كمظهر من مظاهر التصحر نجد أن معدل إنتاجية الحبوب فى الهند قل من ٤-٥ طن / للهكتار إلى ١,٧ طن / هكتار (Sdayuk, 1986, p.90) .

وفى استراليا نتيجة تملح تربة وادى مرى بسبب نظام الرى، فإن المساحة المتأثرة بالأملاح وصلت ١,٢ مليون هكتار، ومعدل فقد الإنتاج السنوى قدر مالياً بأنه يبلغ ٢٤ مليون دولار أمريكى (Mabbutt, 1986, p.105).

أسباب وعوامل التصحر :

(١)عامل المناخ :

يؤثر المناخ فى حدوث ظاهرة التصحر بشكل مباشر بمختلف عناصره، ومن خلال الأحوال المناخية خلال القرن الماضى (١٠٠سنة ماضية) وجد أن درجة الحرارة العالمية قد زادت بمقدار $\frac{1}{2}$ درجة مئوية نتيجة للتحضر والتطور

التكنولوجى والتصنيع وغيرها، ويشير نمط توزيع المحاصيل إلى حدوث زيادة ونقصان بقيم على هيئة دورية متشابهة أو متساوية ترتبط بالمطر والحرارة.

ويشير لاهوريو (2002, p.2) إلى أن ملوثات الهواء سوف تزيد من درجة الحرارة العالمية ٣,٥° مئوية بحلول عام ٢٠٥٠ وأن ذلك يؤدى إلى الزيادة السنوية فى البخر – نتح الكامن PET، ولذا فإن معامل المطر/ البخر نتح P/PET سوف يتناقص بنسبة ٤-١٥% وأن الجفاف سوف يزيد بنفس المقدار، مما يؤدى إلى حدوث التصحر واستمراريته لنصف قرن قادم من الزمان. وتكمن أهمية ارتفاع الحرارة إلى أنها تؤدى إلى تجفيف السطح، وتبخر المياه من التربة. ويضيف لاهويرو فى دراسته الحديثة (Le Houerou, 2002, p.10) إلى أن ارتفاع درجة حرارة التربة نهاراً للحد الأقصى يرفع من قيمة البخر نتح المحتمل PET والذى يرجع إلى النقص فى مقدار الظل مما يسهل عملية تأكسد المادة العضوية الموجودة بالتربة مما يؤدى إلى نقص المادة العضوية، وهذا لا يساعد على نمو النبات وتصبح الأرض خالية من مظاهر النبات الحقيقية التى كانت تنمو فى التربة من قبل.

أما عن تأثير العنصر الثانى من عناصر المناخ بعد الحرارة وهو الرياح فنجد أن الرياح الجافة تعمل على زيادة عملية التبخر متضافرة بذلك مع عنصر الحرارة المرتفعة، وهذا الفاقد المائى بالتبخر قد يكون كبيراً فى بعض المناطق كما هو الحال فى سرى لانكا (Tennekoon, 1980, p.17).

ويظهر دور الأمطار كعنصر مناخى فى نطاق الأقاليم الموسمية الصيفية المدارية شبه الجافة، والتى يصل بها المطر ٣٠٠-٦٠٠ مم ويشمل الحزام السودانى وإقليم الساحل وصحراء راجستان شمال غرب الهند، حيث تعتبر الأراضى لها درجة حساسية عالية للتصحر وتستجيب له.

وفى الأقاليم الرعوية إذا زادت الأمطار تزيد المراعى كثافة وامتداداً، ويتجمع الرعاه حول نقاط الماء، وتزيد أعداد الحيوانات، فيسبب هذا ضغطاً على

النباتات الموسمية أو الحولية فى الفصل الجاف فيتأخر عودة الغطاء النباتى ولا يعود بشكل كامل فى العام التالى.

أما عن أثر الأمطار على الزراعة فإن السنوات الرطبة تزيد فيهاالزراعة ويكون هناك ضغطاً على موارد المياه ومخزونها فى التربة وتقليل لمحتوى المادة العضوية مما يقلل من كفاءة التخزين المائى. وإذا زادت الأمطار عن المعدل تشتد الزراعة عدة سنوات، ثم تعود الأمطار للانخفاض وتقل كميتها وهنا لا تعود الزراعة بنفس الدرجة السابقة وتكون الآثار سلبية.

(٢) العامل الهيدرولوجى :

يؤثر العامل الهيدرولوجى بدرجة كبيرة على ظهور مشكلة التصحر، وأكبر مصدر مائى مؤثر على التصحر هو المياه الجوفية. ولما كان إستهلاك المياه الجوفية بمعدلات كبيرة يؤدى إلى هبوط مستوى المياه الجوفية وتعرضها للنضوب وعدم كفاءتها فى تلبية الحاجة البشرية والزراعية خاصة؛ فإنها تكون موضع الاهتمام فى مناقشة تأثير العامل الهيدرولوجى.

فانخفاض مستوى المياه يؤدى إلى قلة إنتاجية الأرض لعدم كفاءتها لأغراض الرى، وغالباً ما تكون هذه الأحوال فى المناطق الهامشية الجافة وشبه الجافة، ويمكن ملاحظة ذلك فى غرب الصين ووسط آسيا ووسط وغرب الولايات المتحدة خاصة صحراء أريزونا وتكساس (Young, 1998) وفى مناطق كثيرة فى العالم.

كما أنه فى الهند وباكستان أدى الرى بالآبار المحفورة فى سهول البنجاب إلى إنخفاض المياه الجوفية $\frac{1}{2}$ متر / السنة.

- **التطبيق على السعودية :**

فى المملكة العربية السعودية حدث هبوط فى مستوى المياه الجوفية فى السبعينيات والثمانينيات فى الأفلاج والمنطقة الوسطى غربى الرياض، وفى الخرج ومنطق يبرين ووادى المياه والأحساء (Qari & Shehata, 1994, p.463). وقد كان فى واحة القطيف ومنطقتها ٥٠ ينبوعاً ونحو ٦٠٠ بئر حتى عام ١٩٧٦، ومع هذا فإنه

قد سجل معدل الهبوط فى مستوى المياه هناك عام ١٩٤٦، ووصل ٠,٧ قدم/ السنة أى نحو ٢٢سم. كما سجل النقص بمقدار ٤,٥ قدم فى ٦٧ شهر، أى بمعدل ٠,٨قدم/السنة (Ministry of Agri. & Water, 1946) وفى الستينيات زاد عدد الآبار إلى ١٧٥ بئراً وسجل الهبوط بمقدار ٢٠ لتر / ث (Ministry of Agr., 1968) وتوقف ضخ بعض الآبار بالواحة، وبعضها الآخر أصبح إنتاجها محدوداً وجفت كثير من العيون. وفى واحة الأحساء أدى الضغط المتزايد على سحب المياه الجوفية عن طريق الحفر الزائد للآبار والتى وصل عددها إلى ٨٨٧ عام ١٩٦٧ وفى ١٩٨٧ إلى ٢٠٠٠ بئر إلى جفاف ونضوب بعض الآبار (حوالى ٢٥ بئرا) وانخفاض منسوب المياه الجوفية وجفاف كثير من العيون (الطاهر، ١٩٩٩، ص ص ٢٢٤-٢٢٥).

وبشكل عام فإن كل نبات له حد أدنى وحد أقصى فى احتياجاته المائية، لذا فإنه إذا قلت كمية المياه المتاحة عن الحد الأدنى بسبب هبوط مستوى الماء الجوفى وصعوبة الحصول على الكمية المطلوبة من المياه له فإن ذلك يعوق نمو النبات ويعرضه فى النهاية للموت ونقص فى المساحة المزروعة أيضاً وكلها مظاهر للتصحر.

(٣) عامل السطح :

تؤثر طبيعة السطح تأثيراً قد يكون مباشراً أو غير مباشرا على حدوث عملية التصحر، حيث تؤثر خشونة السطح على التأثير المحتمل لنحت التربة فى كل مجموعة ورتبة من مجموعات ورتب التربات القابلة للنحت، حيث أن الخشونة إما أن تزيد من أو تقلل من قدرة نحت الرياح أو من النحت الفعلى للرياح. وبشكل عام فإن خشونة السطح تقلل من فاقد التربة تحت تأثير الرياح بينما نجد أن السطح التلى knoll يزيد من قابلية التربة للنحت حيث تزيد سرعة الرياح فوق هذا السطح

وفى السهول العظمى بالولايات المتحدة مثلا نجد أن المناطق الجافة وشبه الجافة، والأكثر جفافاً توجد حيث توجد السهول ويكون السطح غير محمى ومستوياً وناعماً، ولذا يحدث النحت لأنواع التربات المختلفة بها (Verstappen, 1983, p.352).

(٤) الرعى الجائر وقطع الأشجار :

يمثل الرعى حرفة من حرف الإنسان، ويمارس الإنسان أيضاً قطع الأشجار وجمع الحطب لأغراض منزلية ولأغراض صناعية أيضاً. ويعرف الرعى الجائر Overgrazing بأنه عملية رعى تتضمن إزالة المادة النباتية بمعدل يكون أكبر من إعادة النمو والتجديد، وهو يمثل كارثة شائعة فى النباتات الطبيعية سواء بفعل العوامل الطبيعية أو بفعل الإنسان، (Tivy, 1993, p.49) ويحدث الرعى الجائر نتيجة زيادة أعداد الحيوانات عن كفاءة المرعى.

ويسبب الرعى الجائر تدميراً للغطاء النباتى وللكتلة الحية، وما يتبعه من خصائص التربة من حيث التماسك والنحت والإرساب وتغدق التربة بفعل المياه المرتفعة القلوية وعمليات التملح، وينتج عن ذلك : (١) تقليل فى الإنتاج وإندماج للحبيبات العليا للتربة (٢) تقليل المادة العضوية مما يضعف التربة ويدمر ترابط الحبيبات ويخلخل بناء التربة.

وظهر الرعى الجائر فى آسيا فى عدة دول، منها الهند وسرى لانكا والصين وروسيا ودول وسط آسيا وأصبح الآن أشد خطراً فى النصف الثانى من القرن العشرين، فى الهند زادت أعداد الحيوانات، فزادت أعداد الخنازير بنسبة ٣٤% أثناء فترة الجفاف drought مما زاد من الضغط على المراعى ونتج نقص فى الموارد النباتية الطبيعية (Mann, 1986, p.85). وفى القارة الأوربية يمكن ملاحظة الرعى الجائر فى إسبانيا، خاصة فى الإقليم الجاف وشبه الجاف بها، حيث تسبب الرعى وقطع الأخشاب لأغراض الطاقة فى حدوث التصحر ما بين المتوسط والقاسى فى درجته، وتغدقت أراضى وادى نهر إيرو ووادى النهر الكبير، ونحتت التربة على سفوح المرتفعات (Dregne, 1986, p.15).

وقد ترك الرعى الجائر فى قارة أمريكا الشمالية بصماته واضحة فوق الأراضى القاحلة هناك arid land، فى وادى سان جواكين فى كاليفورنيا، وفى وادى امبريال، ووادى مكسيكالى، والوادى الأدنى لنهر ريوجراند.

وفى شمال شرق البرازيل فى أمريكا الجنوبية يوجد التصحر بدرجة معتدلة أو متوسطة، وقد تدهورت النباتات الطبيعية وظهرت النباتات المقاومة للجفاف وتستمر لفترة طويلة إذا حدث الجفاف. أما فى السهل الساحلى لشيلى وبيرو فإن الأودية الضيقة التى تقطع السهل الساحلى حدث لها تملح، ونحتت تربة السهل بسبب الرعى الجائر (Dregne, 1986, p.15).

ويظهر التصحر فى استراليا، بحيث نجد أنه دمر حوالى ٠,٢ مليون من الهكتارات من المزراع والمراعى بسبب التملح، ويشير دريجن (Dregne, 1986, p.14) إلى أن تدهور الاراضى فى استراليا نبع من مشكلة الرعى الجائر لاراضى المراعى والذى بدأ فيها الرعى من ٧٠-١٣٠ سنة ماضية مع الاستقرار فى الأراضى الداخلية.

وفى عملية التحطيب تكمن قيمة الأشجار فى أنها تحمى النظم البيئية، ولكى نحمى هذه النظم أيضاً من التحطيب لأغراض الطاقة يجب تعويض هذه المناطق باستزراع الأشجار لمثل هذا الغرض وتكون على مقربة من أسواق الاستهلاك، ويمكن أيضاً إيجاد الطاقة البديلة سواء مولدات كهربائية فى مراكز العمران الصحراوية أو توليد الطاقة باستخدام الطاقة الشمسية أو تلك المستخرجة من البترول.

(٥) الأنشطة الاقتصادية

(أ) التكثيف الزراعى :

يعتبر التكثيف الزراعى من العوامل التى تؤدى إلى حدوث التصحر. فقد يبدو لنا أن الأرض طالما تزرع وينضج المحصول ونحصل على الإنتاج فإن هذا يكون بعيداً عن الإصابة بالتصحر، ولكن الأمر ليس بمجرد النظر فقط فى هذا الجانب. فزيادة التكثيف الزراعى فى الإقليم الجاف الذى انتشرت فيه زراعات لأنواع نباتية متعددة ومنها القطن، والبطاطس الذى ينتج منها ٥٥% من الإقليم الجاف، والشعير

الذى ينتج ٣٩% منه من الإقليم الجاف، وينتج من القمح ٢١% من الإقليم الجاف (Sheridan, 1986) كلها تؤدى حتماً فى النهاية نتيجة ممارسة النشاط الزراعى بشكل مستمر إلى حدوث التصحر.

وقد تعانى الزراعة فى هذه المناطق كنشاط اقتصادى أساسى أو ثانوى من نقص العمالة، وقد يرجع التصحر فى بعض هذه المناطق إلى نقص العمالة وهجرة السكان إلى خارج الإقليم أو المنطقة.

ويشير لاهويرو (2002, p.14) إلى أن التكثيف الزراعى فى علاقته بالتصحر يعرف بالزراعة الجائرة over cultivation وتتم الزراعة بطرق غير ملائمة وسوء إدارة الأرض، وتتم زراعة الأرض التى تكون جافة وشديدة الجفاف، وهذا يساعد على سرعة نحتها وتدهورها، وزراعة الأرض الشديدة الانحدار يؤدى إلى جرفها.

(ب) التعدين والصناعة :

لما كانت كثير من الأنواع المعدنية تستخرج من المناطق الجافة والقاحلة وشبه القاحلة والمناطق شبه الرطبة فإنه قد يحدث تصادم بيئى مع الاستثمار المعدنى والتصنيع فى هذه المناطق.

فمشروعات التعدين تستخدم كثير من المياه الجوفية، خاصة استخراج البترول والغاز الطبيعى، ومناجم الفحم، وكل هذه الموارد فى البيئة الجافة يتم من أجلها استخراج المياه الجوفية، مما يؤدى إلى خفض مستوياتها نتيجة السحب الكبير والمتزايد من هذه المياه، ويؤدى هذا إلى خفض مستويات المياه من التربة أولاً فتتحول إلى تربة جافة، ثم يهبط مستوى المياه إلى ٨-١٥ متر أسفل السطح فيزيد الجفاف، ويسهل نحت التربة بالرياح (Kovda, 1980, p.91).

ففى الأرجنتين على سبيل المثال تسبب البحث والتنقيب عن البترول هناك واستخراج المعادن فى إضافة عامل إلى العوامل الأخرى بالدولة والمتسببة فى التصحر وتدهور البيئة، سواء بما يتم عمله من طرق وتسوية واستصلاح

مناطق ومنشآت أو مواضع المناجم (Valle et al., 1998, p.98)

ويظهر أثر شق الطرق التى تعمل على خدمة المناطق الصناعية والتعدينية وخدمة النشاط السياحى فى عملية التصحر، حيث تعمل عجلات السيارات على حفر التربة أثناء السير فى الطرق الحصوية، بالإضافة إلى أنه عند رصف الطرق فإن هذا يقلل من كمية المياه التى تصل جوانب الطريق، وتعمل السيارات على سحق المجارى المائية وإخفاء معالم بعضها أو ملامح قطاعاتها العرضية، وتعمل المياه بعد ذلك على نقل الرواسب المدمرة والمسحوقة باتجاه المصب إلى المواضع الحضرية أو المناطق الإيكولوجية (U.N., 1977, p.418).

(ج) النشاط السياحى :

يتسبب النشاط السياحى وزيادته المستمرة فى حدوث التصحر. وإذا أخذنا مثال على ذلك فى استراليا نجد أن تكرار الزيارات إلى المناطق يؤدى إلى التدمير سواء بعجلات السيارات، أو بسبب هواية القنص وإشعال النار واقتلاع الأعشاب وكلها تعدل من السطح وتؤدى إلى تدمير التربة، وقد أصبحت سياحة السفارى مظهراً أساسياً موجها إلى صحراء الرمال العظيمة وصحراء سمبسون وصحراء جبسون باستراليا، وتعانى سياحة السفارى من مشكلة اختيار الدروب الصحيحة بعدما تعددت الدروب بسبب عمليات الكشف عن البترول (Buckley, 1985, pp.182-183) وكل ذلك أدى إلى تدمير التربة واستهلاك المياه فى المناطق السياحية.

(٦) العامل السكانى :

يؤثر حجم السكان ومعدلات زيادتهم، وديناميكية السكان من حيث الهجرة من الأقاليم والتركز فى مناطق معينة فى حدوث عملية التصحر أو تساعد على حدوثها.

فزيادة الحجم السكانى تجعل من الضرورة بمكان، زيادة حجم الإنتاج الزراعى، ويتم الأخير عن طريق التوسع الأفقى والرأسى، والتوسع الأفقى يكون

فى أراضى هامشية وتكون حدية فى الإنتاج وتتصحر بمعدلات سريعة وخلال فترة زمنية قصيرة. أما التوسع الرأسى فهو يؤدى إلى التكثيف الزراعى فى المناطق الهامشية خاصة، مما يضعف تدريجياً من إمكانات البيئة (Verstappen, 1983,p.333)، كما أن النمو الديموغرافى السريع للسكان، والزيادة السريعة فى الكثافة السكانية تؤدى إلى الضغط البشرى وما يتبعه من عبئ فوق الأرض.

أما عن أثر حركة السكان وهجرتهم فى نشوء التصحر وظهوره فقد وجد أنها تؤدى إلى زيادة الضغط على نظم الإنتاج الريفى خاصة نظم إنتاج الطاقة الحيوية biofuel. فهجرة السكان مثلاً فى كينيا من المناطق المرتفعة إلى مناطق أكثر جفافاً، ومناطق تركز اللاجئين الفلسطينيين فى الأردن والذين تحركوا نحو الشرق إلى الأقاليم الصحراوية الأقل من ٢٥٠ ملليمتر/ السنة، حيث يؤدى التركز السكانى حول مخيمات اللاجئين إلى حدوث ضغط على الموارد الطبيعية . وقد تؤدى الهجرة فى مناطق الطرد السكانى أو الموطن الأصلى للمهاجرين إلى النقص فى الأيدى العاملة الماهرة مما يقلل من استمرار صيانة وخدمة الأراضى والبيئة الأساسية، فيتدهور الإنتاج، مثلما حدث فى اليمن نتيجة لحدوث هجرات خارجية (Millington, 1999, p.190) وحدث أيضاً فى واحة القطيف شرقى المملكة العربية السعودية، حيث هاجر كثير من السكان للعمل فى حقول البترول الأرضية والبحرية، وبالتالى تركت الحقول أو تم تأجيرها، خاصة للعمل فى شركة أرامكو (FAO, 1970, p.11-4).

وإذا حسبنا نسبة التحضر فى مناطق التصحر الشديد لوجدنا أن النسبة مرتفعة قياساً على جملة السكان بشكل عام، وتصل النسبة فى حوض البحر المتوسط ٣١%، وفى أفريقيا جنوب الصحراء ١٩%، وفى دول القارة الآسيوية والمحيط الهادى ٢٧%، وتبلغ فى الأمريكتين ٣٢% مما يترك فراغاً كبيراً فى البيئة الريفية.

(٧) النشاط العسكرى :

تعتبر الحروب سبباً حديثاً نسبياً لحدوث التصحر والذى ظهرت آثاره منذ عهد الدولة الرومانية التى قطعت فيها كثير من الأشجار فى أوربا الشرق الأوسط. كما يرتبط بالجانب العسكرى النشاط والتدريبات العسكرية وبناء عمران ومنشآت تتعلق بهذا النشاط بشكل مباشر. وقد كانت الحروب فى القرن العشرين سبباً لظهور مشكلة التصحر ومنها الحرب العالمية الأولى والثانية وما خلفته من تدمير فى أوربا ومنطقة الشرق الأوسط من تدمير للنبات الطبيعى وللتربة بسبب القصف وحركة الآليات، ومنها حرب الصومال وحرب تحرير الكويت، وحرب الولايات المتحدة الأمريكية مع فيتنام فى الستينيات من القرن العشرين.

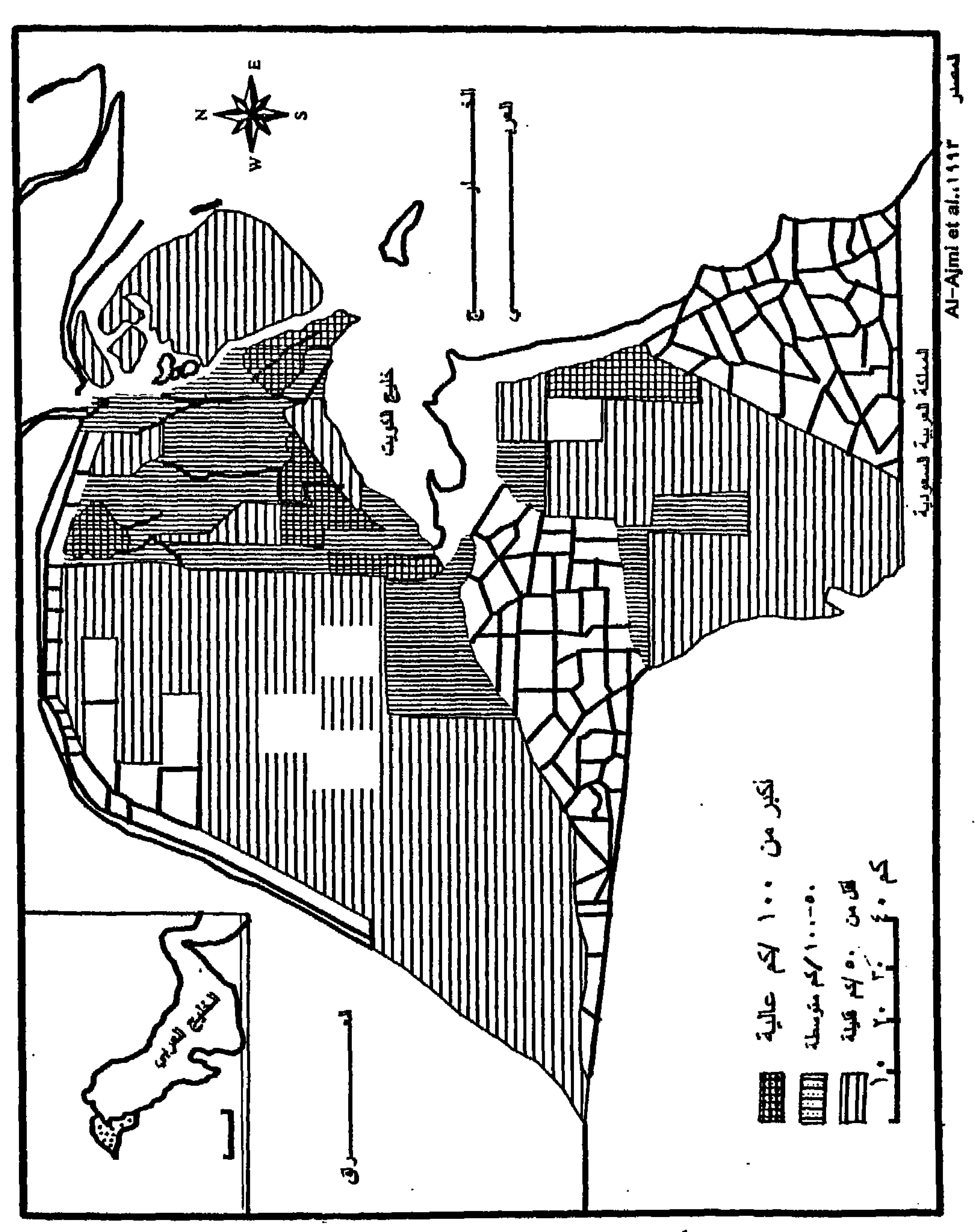
وليس أدل على ذلك من أن عدد الحفر المختلفة فى الكويت والخنادق وغيرها من الملامح المتعلقة بالنشاط العسكرى قد بلغ ٤٢٤٨٢٨ حفرة، وتراوحت الكثافة فى المناطق المختلفة ما بين ٧,٢٤ حفرة فى الشمال الغربى وبين ٥٧,٢٦ حفرة /كم٢ فى الشمال الشرقى (Al-Ajmi, 1993, p.24) وأن عدد المركبات التى كانت تعمل فى ثلاث محاور قد وصل العدد الإجمالى لها ١٤٧٩٤مركبة كما فى جدول (٤٤) وشكل (٩١). وكلها يدمر التربة والنبات الطبيعى.

جدول رقم (٤٤)

عدد الحفر والخنادق ومخازن الذخيرة فى الأقاليم الكويتية

الإقليم	العدد من كل الأنواع
الشمال الشرقى	١٧١٩٨٧
الشمال الغربى	٢٣٧٧٥
الغرب أ	٤٤٤٧٥
الغرب ب	٧٢٠٤٢
الجنوب الغربى	١١٢٧٦٧
المجموع	**٤٢٤٨٢٨**

المصدر : Al-Ajmi, 1993.



كثافة الأسلحة والخنادق والمستودعات فى الكويت

فى فترة حرب التحرير

شكل رقم (٩١)

درجات التصحر وتوزيعه الجغرافى

أولاً : درجات التصحر :

(١) التصحر الخفيف Slight، وتكون حالة الغطاء النباتى فيه ممتازة إلى جيدة، ويختفى النحت أو يكون خفيفاً، وتملح أو تغدق للأراضى الزراعية خفيف ويكون انخفاض الإنتاج قليلاً ويقل عن ١٠% ومتوسط المطر أقل من ١٠٠مم، والتربة تكون عميقة.

(٢) التصحر المعتدل Moderate أو (المقبول)، ويكون الغطاء النباتى مقبولاً، والنحت يكون معتدلاً، ووجود بعض النحت والأخاديد ضحلة، ودرجة الملوحة ٤-٨ ملليموه/سم، ونسبة الإنخفاض فى الإنتاجية بين ١٠-٥٠%، ومتوسط المطر ١٠٠- ٢٥٠مم، والتربة تكون عميقة إلى ضحلة.

(٣) التصحر الشديد Severe ويكون النبات الطبيعى فيه فقيراً بسبب شدة التدهور، ويشتد النحت المائى والهوائى، وتزيد نسبة الملوحة لتتراوح بين ٨-١٥مم/سم، وتشتد عملية انخفاض الإنتاجية وتتراوح نسبة هذا الانخفاض ٥٠-٩٠%، والمطر بين ٢٥٠-٥٠٠ ملليمتر، والتربة تتراوح بين العميقة والضحلة.

جدول (٤٥)

تصحر الأراضى القاحلة فى العالم

درجة التصحر	المساحة بالمليون كم٢	% من جملة المساحة
خفيف	٢٤,٥٢	٥٢,١
معتدل	١٣,٧٧	٢٩,٣
قاسى	٨,٧	١٨,٥
قاسى جداً	٠,٠٧٣	٠,١

المصدر : Dregne, 1986, p.13.

(٤) التصحر الشديد جداً Very Severe : وهى أراضى قوضت فيها النباتات الطبيعية تماماً وبذلك يتم نحتها بدرجة كبيرة، ويصبح النحت قاسياً ، وتملح التربة يكون شديداً والذى يؤدى تدمير المحاصيل، ولذا يصبح معدل نقص الإنتاج الزراعى أكبر من ٩٠%، وكمية الأمطار تبلغ ٥٠٠-٧٥٠ ملليمتر، قطاع التربة ضحلاً للغاية ويقترب من الإزالة النهائية، ويوضح هذه الدرجات شكل (٩٢).

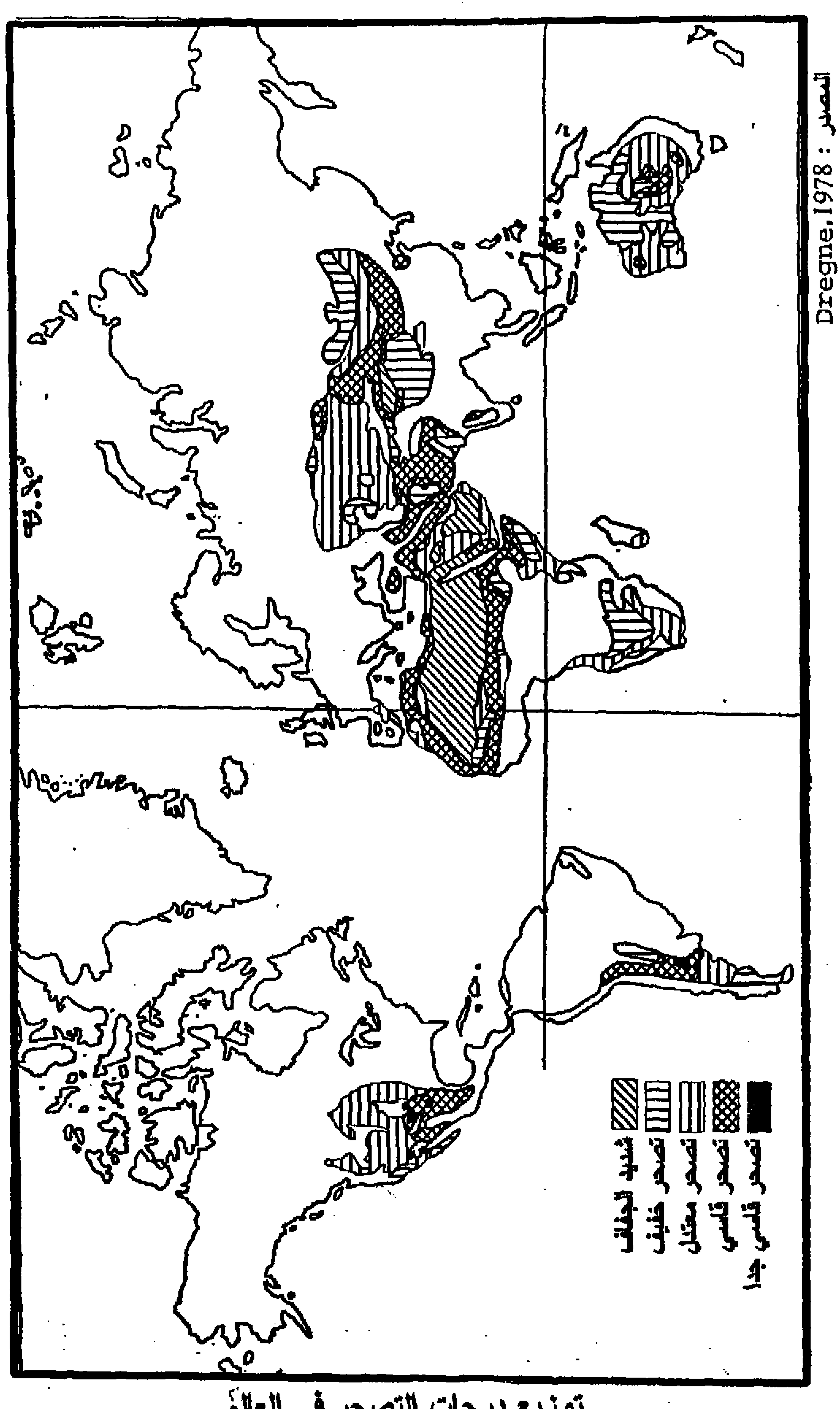
وتختلف نسبة الأراضى المتصحرة للأراضى القاحلة فى العالم فى كل رتبة أو درجة، حيث أن التصحر الخفيف مساحة أراضيه ٥٢,١% من جملة مساحتها فى هذا النطاق، بينما نسبة المساحة ذات التصحر المعتدل ٢٩,٣%، وتقل المساحة ذات التصحر القاسى إلى ١٨,٥% كما فى جدول (٤٥).

التوزيع الجغرافى للتصحر :

تستحوذ القارة الأفريقية على أكبر نسبة مساحية للأراضى المتصحرة بدرجة قاسية جداً، حيث تبلغ على ٥٠% من مساحة الأراضى المتصحرة من هذه الدرجة فى العالم، تليها آسيا التى تبلغ فيها ٢٣% كما فى جدول (٤٥)، وأقل المساحات هى فى أوربا بنسبة ١,٤% من جملة المساحة.

أما التصحر الشديد فإن قارة آسيا تتبادل الدور المساحى مع قارة أفريقيا حيث تبلغ أكبر نسبة للمساحة المتصحرة من الدرجة الشديدة بالقارة الآسيوية وهى ٤٤% من جملة المساحة لهذه الدرجة، وتليها القارة الأفريقية التى تبلغ فيها نسبة المساحة حوالى ٣٠% من جملة أراضى هذه الدرجة.

وتستأثر قارة آسيا بأكبر نسبة أيضاً من مساحة الأراضى المتصحرة من الدرجة المعتدلة، وبها ٣١,٧% من مساحة أراضى هذه الدرجة، ويلي قارة آسيا قارة أفريقيا التى تبلغ نسبة المساحة بها ٢١,١% وفى استراليا توجد بها نفس نسبة المساحة لنفس درجة التصحر وهى ٢١% بينما أقلها نسبة هى فى أمريكا الجنوبية.



توزيع درجات التصحر فى العالم
شكل رقم (٩٢)

جدول (٤٥)

نسبة المساحات المتصحرة ودرجاتها فى قارات العالم

القارة	شديد جدا	شديد	متوسط أو معتدل
أفريقيا	%٥٠	%٢٨,٩	٢١,١
آسيا	%٢٣	%٤٤	٣١,٧
أمريكا الشمالية	%٤,٧	%٨	١٦,١
أمريكا الجنوبية	%١٢	%٧,٧	٩
استراليا	%٨,٩	%١٠,٥	٢١
أوربا	%١,٤	ـــــ	١,١

المصدر : البيانات الأصلية عن بلبع ونسيم ١٩٩٤ والنسب من حساب المؤلف.

وهكذا يتضح بأن الأراضى الشديدة جداً والقاسية جداً فى درجة التصحر والأراضى الشديدة توجد فى قارتى أفريقيا وآسيا أكبر مساحة من هاتين الدرجتين.

أما التصحر بمختلف درجاته على مستوى دول كل قارة فيمكن التعرف على خصائصها العامة فى كثير من الدول، وأنواع وأسباب التصحر على النحو التالى:

(١) **قارة آسيا :** يظهر التوزيع المكانى للأراضى المتصحرة بمختلف درجاتها فى وسط وغرب وجنوب غرب آسيا، وبعض المناطق فى الجنوب فى شبه القارة الهندية، كما فى شكل (٩٢). ويمكن عرض مشكلة التصحر فى بعض الدول التى تتأثر به بدرجة كبيرة وواضحة بالقارة. ومن هذه الدول التى يظهر بها التصحر الصين.

ففى الصين تملحت أراضى كثيرة فى هضبة اللويس، ونحتت المياه والرياح مساحات كبيرة، وحدث زحف رمال مما قللت من المساحة المتاحة للزراعة، وقدر بأن المساحة المتأثرة بالتصحر فى الصين فى منتصف التسعينيات بلغت ٧٩% من الأراضى القاحلة وشبه الجافة والجافة وشبه الرطبة، وأن معدل الزيادة السنوية للأراضى المتأثرة بالتصحر ٢٤٦٠كم٢ (Eldridge & Squires, 2002, p.38).

أما المنطقة الثانية فى آسيا والتى تعانى من التصحر فهى الهند، التى أثر فيها المناخ وأدى إلى ظهور التصحر بها، ويعتبر قطع الغابات التى تغطى ٧٥ مليون هكتار بالهند من أسباب التصحر، حيث تدهورت نصف المساحة بسبب القطع، وحوالى ٢٠% تأثرت مساحاتها بالنحت وأصبحت لا تغطى سوى ١٢% فقط (Sdasyuk, 1986, p.89). وقد نحتت الأراضى الجافة فى الهند فى المناطق الرعوية التى لم تسلم هى الأخرى من التصحر، حيث ساءت حالة المراعى نتيجة الرعى الجائر، وفى إيران تتعرض كثير من الأراضى للتصحر بسبب زيادة أعداد الحيوانات بدرجة أكبر فيما يعرف بالرعى الجائر، بحيث أن زيادة الحيوان هو أكثر الأسباب أو أكثر تأثيراً، وفى صحراء وسط آسيا فى تركمانستان إحدى دول آسيا الوسطى زاد فيها الضغط السكانى على المناطق الصحراوية خاصة فى مناطق المنخفضات المغلقة التى توجد فيها الواحات ويستقر بها السكان خاصة فى الواحات، وتستخدم أراضيها فى الرعى وجمع الأخشاب لاستخدامها كوقود وأصبح إنتاجها منخفضاً. وتتعرض الاراضى فى تركمانستان لنحت شديد جدا مما يحولها فى النهاية إلى كثبان رملية من نوع البرخان (Balaev & Ovezliev, 1994, p.93)

التطبيق على السعودية :

إذا أخذنا مثالاً خامساً للدول التى تعانى من التصحر نجد أنه فى المملكة العربية السعودية حيث أزيلت الأكاسيا (السنط) فى مناطق امتداد طريق ضرما – الحجاز القديم، وانتشر مظهر الحماداء، وفقدت التربة العليا من قطاع التربة (Chaudhary, 1994, p.12) . أما فى وادى السرحان فقد أزيلت أجزاء من التربة خاصة الرواسب الأنعم، وتخلفت الأرصفة الصحراوية والحصى، وتكونت من تلك الرواسب الكثبان الرملية، ويرجع السبب الرئيسى فى كل هذه التغيرات إلى تدهور النبات لأن المنطقة تمثل منطقة عبور إلى تركيا وبلاد الشام منذ القدم (Ibid., p.18).

وفى واحة الأحساء فى المنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية تهاجر

الكثبان الرملية من صحراء الجافورة التى تمثل بحراً رملياً، إلى الواحة وأصبحت تشكل خطراً يهدد الزراعة فى العقود الثلاثة الماضية والأخيرة من القرن العشرين. وهذه الواحة غنية بموارد المياه التى تتبثق من بين الصخور الحاملة للمياه.

وبشكل عام فإن تدهور النبات الطبيعى والنظام البيئى أدى إلى فقد الحياة الحيوانية، وفتح الباب لدخول التصحر، فحلت الماعز محل الأغنام، وَحَلّ الجمل محل الماعز. وقد تدهورت مساحات كبيرة من الأراضى بالمملكة وصلت مساحتها ٨٥% من جملة مساحة الأراضى (Seddom, 1994, p.50/51).

(٢) قارة أفريقيا : تظهر الأراضى المتصحرة فى نصفى القارة الشمالى والجنوبى، وفى دول عديدة. ففى **مصر** هاجر كبير من سكان القرى من أراضى الواحة وسكنوا المراكز الرئيسية، وبعضهم الآخر هاجر خارج الإقليم إلى محافظات أخرى أو إلى ليبيا للعمل فى حقول البترول شأن ما حدث فى واحة القطيف بالمملكة العربية السعودية.

وفى **تونس** أدى إزالة الأشجار والأحراش إلى نحت التربة بفعل الرياح خاصة التربات الخفيفة وإلى نقص عناصر النترات والمادة العضوية، خاصة فى الجزء الجنوبى منها، وأدى ذلك إلى تكوين الكثبان الرملية وإلى عدم الاستقرار فى الأراضى الزراعية (U.N., 1977, p.28). وتعانى **السودان** فى مناطق كثيرة منها من التصحر، ومنها دارفور، حيث يوجد التصحر فى شمالها، خاصة منطقة زالنجى حيث تدهورت غابات الأكاسيا بسبب الرعى.

وقد حدث الزحف الصحراوى فى منطقة كريمة بالسودان شرق النيل، وحدث زحف الرمال فى حوض كرمة شمال دنقلا، وطمرت مساحات كبيرة من الأراضى الزراعية والعمران فى منطقة دنقلا، وتدهورت غابات الأكاسيا من نوع Senegal فى شمال غرب كردفان فى منطقة البشيرى، وعانت غابات وأشجار الصمغ من موت الكثير منها بسبب الجفاف وزيادة أعداد الحيوانات، (Lamprey, 1988, p.3)

أما فى النصف الجنوبى لقارة افريقيا فقد أثر التصحر على أراضى الدول

الواقعة به، حيث وجد حزام فى جنوب افريقيا يقع إلى الجنوب من ٥٦° جنوباً، ويمتد حتى شمال مقاطعة الكاب وإقليم ناتال، وهذا النطاق المتصحر لا يشمل فقط صحراء كلهارى، بل يمتد ليشمل أيضاً كثيراً من الهضاب الداخلية.

(٣)قارة أوربا : وجد التصحر فى إيطاليا وفرنسا وإسبانيا واليونان. وإذا أخذنا اليونان نجد أنه ظهر بجزر كثيرة ومنها جزيرة ليسفوس Lesvos والذى ارتبط بالحرائق في الغابات والرعى الجائر حيث يوجد نظام الرعى الحر والذى يحول ويمنع تجدد النبات الطبيعي مرة أخرى، (Faraggitaki, 1985, p.237).. ويوجد التصحر فى شبه جزيرة ايبيريا خاصة فى إسبانيا بسبب الرعى الجائر وقطع الأخشاب، وذلك فى هضبة المزيتا وسفوح السلاسل الجبلية بها.

(٤) **قارة أمريكا الشمالية** : يوجد التصحر فى الغرب الأمريكى الذى يتعرض له، حيث يوجد فى موهاف وسونورا، والحوض العظيم. وأصبحت العواصف تهب بدون سقوط أمطار مما أدى إلى نحت تربة الحقول؛ وحملت ملايين الأطنان من الآفاق العليا للتربة فى ولايات السهول العظمى، حيث هب ٧١ عاصفة ترابية عام ١٩٣٨ فقط. (Coates, p.155).

وفى السهول العظمى نحت من التربة مساحة قدرها ٥١,٨٨ الف كم٢ تمثل ٨٠% من مساحة المنطقة وكلها تأثرت بالنحت. وفى جنوب السهول العظمى بدأت تظهر مشكلة التصحر، ووصلت المساحة التى لا يمكن زراعتها هناك بمعدل ٢-١٠% سنوياً (Heathcote, 1980, p.37).

وتعتبر المكسيك من الدول التى تتأثر بالتصحر أيضا، حيث وجد أنه فى شمال المكسيك لم تتخذ الحكومة أى إجراء تجاه التنمية الاقتصادية فى النطاق الجاف وشبه الجاف، مما أدى إلى زيادة النحت وزيادة تقويض الغابات وظهور مشكلات بيئية أخرى (Mashbitz, 1986, p.96).

(٥) **قارة أمريكا الجنوبية** : تحولت مناطق كثيرة من مناطق الأنديز فى بوليفيا تدريجياً إلى صحراء، وتحولت مناطق كثيرة فى البرازيل إلى مناطق متصحرة بسبب قطع الغابات والرعى الجائر والضغط السكانى المتزايد، (Mashbitz,

.1986, p.94)

وفى بيرو تأثرت المناطق العمرانية ومراكز الاستقرار ومناطق التنمية للتصحر. هذا النطاق المتصحر يوجد به ٥٠ وادياً نهرياً. وتعرضت أحواضها للنحت الشديد.

وإذا نظرنا إلى التصحر فى الأرجنتين نجد أن التصحر يرجع إلى أسباب عديدة منها : الرعى الجائر وتدهور التربة، وقطع الأخشاب للحصول على الطاقة.

(٦) **قارة استراليا :** يعتبر تدهور الأرض وفسادها deterioration من أسباب التصحر فى استراليا والتى تقع تحت ظروف الزراعة المطرية، وينتج عن تدهور التربة إنخفاض الخصوبة.

ويعتبر تملح وتغدق التربة بسبب تغير سلوك الإنسان فى عمل تغيرات هيدرولوجية فى الأراضى الزراعية بالزراعة المروية من أسباب التصحر أيضاً فى استراليا فى مناطق محددة.

ثانياً : مشكلة نحت التربة :

تتعرض التربة فى دول العالم المختلفة لعمليات النحت، خاصة النحت الميكانيكى وإزالة رواسب التربة، ويؤدى هذا إلى حدوث تدهور فى الأراضى، ويقاس ذلك بالطن/ فى الهكتار/ فى السنة، وتتم الاستعانة بمقدار الإنتاجية للهكتار إذا كانت الأراض زراعية، بحيث إذا قلت الإنتاجية فيكون هذا مؤشرا لحدوث نحت للتربة. هذا وقد بلغت جملة مساحة الأراضى المتأثرة بالنحت حتى عام ٢٠٠٠ نحو ١٩٦٤ مليون هكتار، ٣٨% منها نحت خفيف، ٤٦% حالتها من النحت المتوسط، ١٦% منها وصلت إلى درجة النحت الشديد والقاسى (التركمانى ، ٢٠٠٦، ص ١٥٥).

ومن أسباب مشكلة نحت التربة :

أ- إزالة النبات الطبيعى، الأشجار منها والحشائش، وهما يعملان أساساً على تكوين التربة، فإذا تمت ازالتها فإن تكوين التربة يتوقف من جهة، ويصبح

السطح مكشوفا ومعرضا للنحت بالرياح وبالأمطار من جهة ثانية.

ب- التوسع العمرانى، حيث يتسبب الزحف العمرانى على حساب أراضى الغابات والحشائش إلى إزالة واختفاء التربة نفسها، وتدهور التربة فيما بين المنشآت وبعضها البعض وتقلص المساحة الكلية للتربة، ونحت التربة أيضا عن طريق تجريفها والحصول على مواد التربة لغرض صناعة الطوب اللازم للبناء.

ج- تأثير العامل الهيدرولوجى وذلك بفعل مياه الأمطار والأنهار وجريان الاودية بالمياه خاصة على سفوح التلال والجبال، حيث يؤدى الجريان إلى تفكيك التربة ونقلها من أعلى إلى أسفل وبذلك يتم إزالتها مثلما يحدث فى الأرجنتين، وفى جزر سولومون فى غربى المحيط الهادى.

د- فعل الرياح، حيث أن التربات المكشوفة والتى تمت إزالة النبات الطبيعى من فوقها، أو تعرضت بيئتها للجفاف المناخى وموت النبات نجد أن الرياح تستخدم طاقتها الحركية للعمل على نحت حبيبات التربة الناعمة وترك الحبيبات الخشنة مما يحول دون زراعتها

ثالثا : مشكلة تدهور المراعى :

تتعرض أراضى المراعى عادة للتغير خاصة الاتجاه نحو التدهور، حيث يزيد تدهورها عن ثلاث أمثال تدهور الغابات المدارية. والسبب فى ذلك يرجع إلى الرعى الجائر – أى الزائد عن الحد وعن طاقة المرعى وعن إنتاجيتها من الحشائش – وذلك بسبب زيادة أعداد الحيوانات عن كفاية الحشائش لإطعامها وبالتالى تقتاد حتى على جذور الحشائش مما يؤدى إلى تدمير المراعى كما يحدث فى باكستان، والسودان والصومال والعراق وبوليفيا (فى أمريكا الجنوبية). وشبه الجزيرة العربية على سبيل الذكر لا الحصر. هذا وقد بلغت نسبة تربة أراضى المراعى المتدهورة بسبب الرعى الجائر ٣٥% من جملة مساحة تربة أراضى المراعى فى العالم.

رابعاً : مشكلة حرائق الغابات والحشائش :

من حيث الجانب النوعى وصل عدد أنواع الحشائش المهددة بالانقراض ١٢٥ نوعاً وعدد أنواع الأشجار المهددة بالانقراض ١١٠ نوعا (التركمانى، ٢٠٠٥، ١١٨).

وتحدث الحرائق فى مناطق الحشائش، فى العروض الحارة أو المعتدلة، للسافانا أو الاستبس، خاصة فى فصل الصيف المرتفع الحرارة، وبسبب أحداث البرق والرعد، أو بسبب أعمال بشرية، وينسحب الوضع أيضاً على الغابات فى المناطق التى تتعرض لأحداث الجفاف dry. ويتسبب الحريق الواحد عادة فى تدمير عشرات أو مئات الكيلومترات المربعة المغطاة بالحشائش أو التى تنمو بها الأشجار، والتى يصعب معها الرجوع إلى حالتها الأولى.

طرق علاج ومواجهة المشكلات :

هناك عدة طرق لمواجهة مشكلات التصحر ونحت التربة وتدهور المراعى وغيرها من مشكلات البيئة الجافة وتتمثل هذه الطرق فى الآتى :

أولاً : عمل مصدات الرياح : ويتم استخدام هذه الطريقة من الطرق لحماية التربة من النحت بفعل الرياح، حيث أن حبيبات التربة التى يحملها الهواء تقوم الحواجز أو المصدات بتصيدها أو تصيد جزء منها على الأقل، ولذا فإن هذا المسيج الشجرى الذى يتم زراعته يقلل من كفاءة النقل بفعل الرياح.

وحينما تهب الرياح فإنها تنحدر فوق قمة الأشجار المكونة للمصد، ويقوم النوع المفتوح من الأشجار فى جزء آخر منه بالعمل كمرشح، فيقلل هو الآخر من سرعة الرياح لمسافة معينة حتى نصل إلى الجانب المحمى من الرياح Leeward، حيث تقل التذرية به. شكل (٩٣).

وفى تنفيذ مصدات الرياح يتم اختيار نوع الأشجار التى تلائم البيئة المناخية والتربة مثل العبل Tamarix كما هو الحال فى منطقة القطيف لحماية المحاصيل والتربة من سرعة الرياح وردم الرمال للحقول (FAO, 1970, p.53). ويتم عمل

مصدات الرياح بحيث تشتمل على صف أو خط واحد على الأقل من النباتات الخشبية المقاومة للملوحة وللجفاف أيضاً drought، ومن أمثلتها : الزيتون والأكاسيا ونخيل البلح والعبل.

وتوجد ثلاثة أنواع تمثل نباتات هامة من نباتات الحماية للتربة وهي الكازورينا لأنه نبات دائم الخضرة، والنوع الثاني هو الأكاسيا أو السنط والذي يتحمل الجفاف والملوحة وله أوراق تساعد على الحماية وقد اتجهت بعض الشركات إلي إنتاج شباك بلاستيكية خاصة لاستخدامها كمصدات لأنها تقوم بخفض سرعة الرياح، وتكون منفذة للهواء بنسبة ٥٠%، وتثبت في صفوف متوازية، والمسافة بين بعضها البعض تبلغ عشرة أمثال ارتفاعها، وتتميز بأنها لا تستهلك مياه أو غذاء من التربة (بلبع ونسيم، ١٩٩٤، ص١٩٦) كما في شكل (٩٣).

ثانياً : عمل حافات للتربة : وهي طريقة ذكرها العجمي (1994, p.156) حيث يتم تجميع الرمال في شكل حافة، وعلى مسافات ٤٠-١٠٠ متر، وتكون عبارة من حافات متتالية، وارتفاع الحافة ١-٢ متر، وهذه الحافات تقوم بدور حواجز رملية.

ثالثا: عمل مدرجات : وذلك بتحويل الترابات الموجودة على جوانب السفوح الجبلية والهضبية وعلى جوانب التلال إلى هيئة مدرجات سلمية، بحيث يحافظ ذلك على الرطوبة في التربة، ويتيح فرصة واسعة للزراعة على مساحة كبيرة من الأراضي الخصبة، وفي نفس الوقت يتم حماية التربة من الإنجراف بفعل المياه.

وهناك عدة أنواع لأسطح المدرجات التي تصمم لحماية التربة من الإنجراف، والتي ذكرها هدسون (Hudson, 1987) :

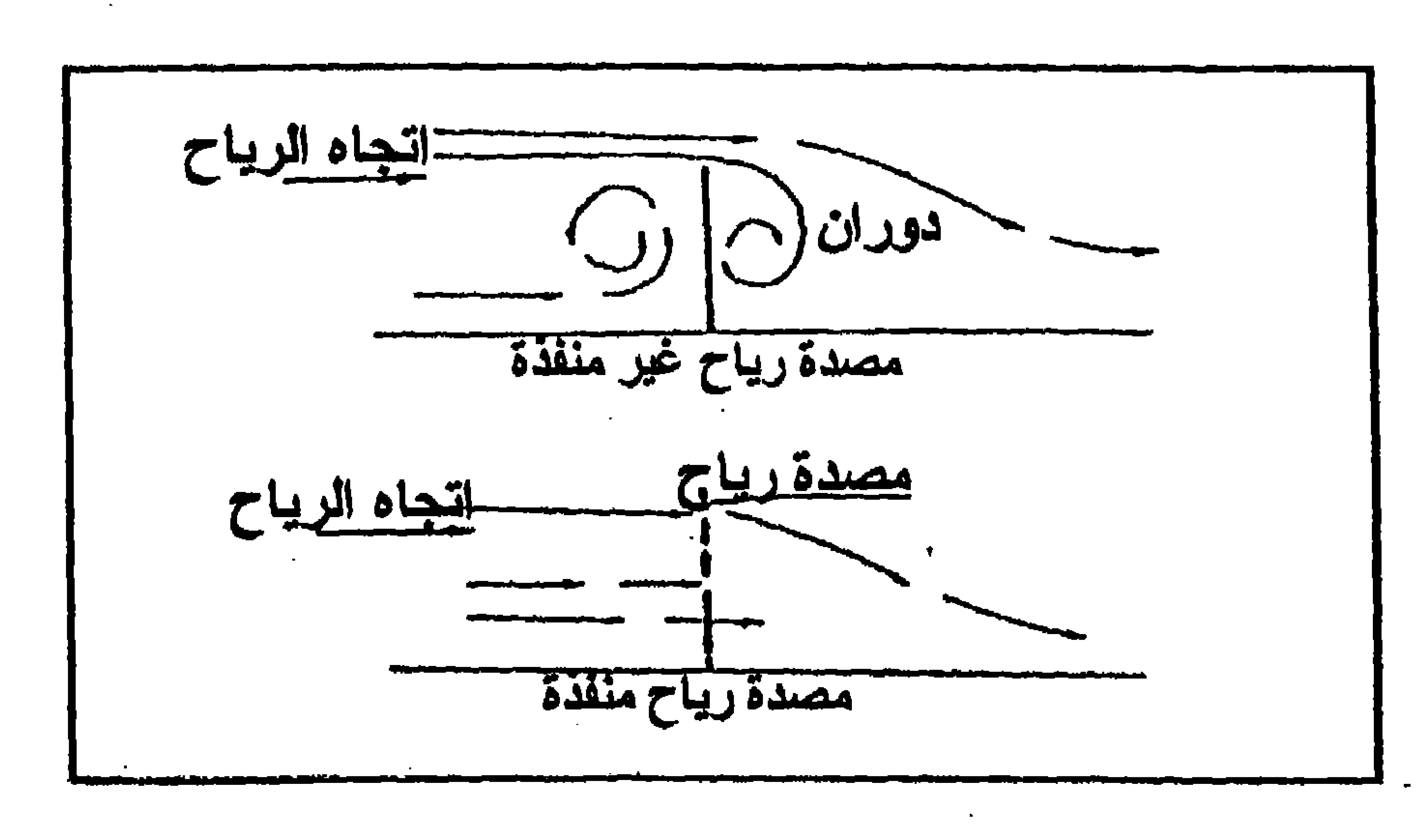
أ- مصاطب مستوية Level bench

ب-مصاطب مائلة مع الانحدار ouward-slopping

ج-مصاطب مائلة نحو الداخل inward-slopping

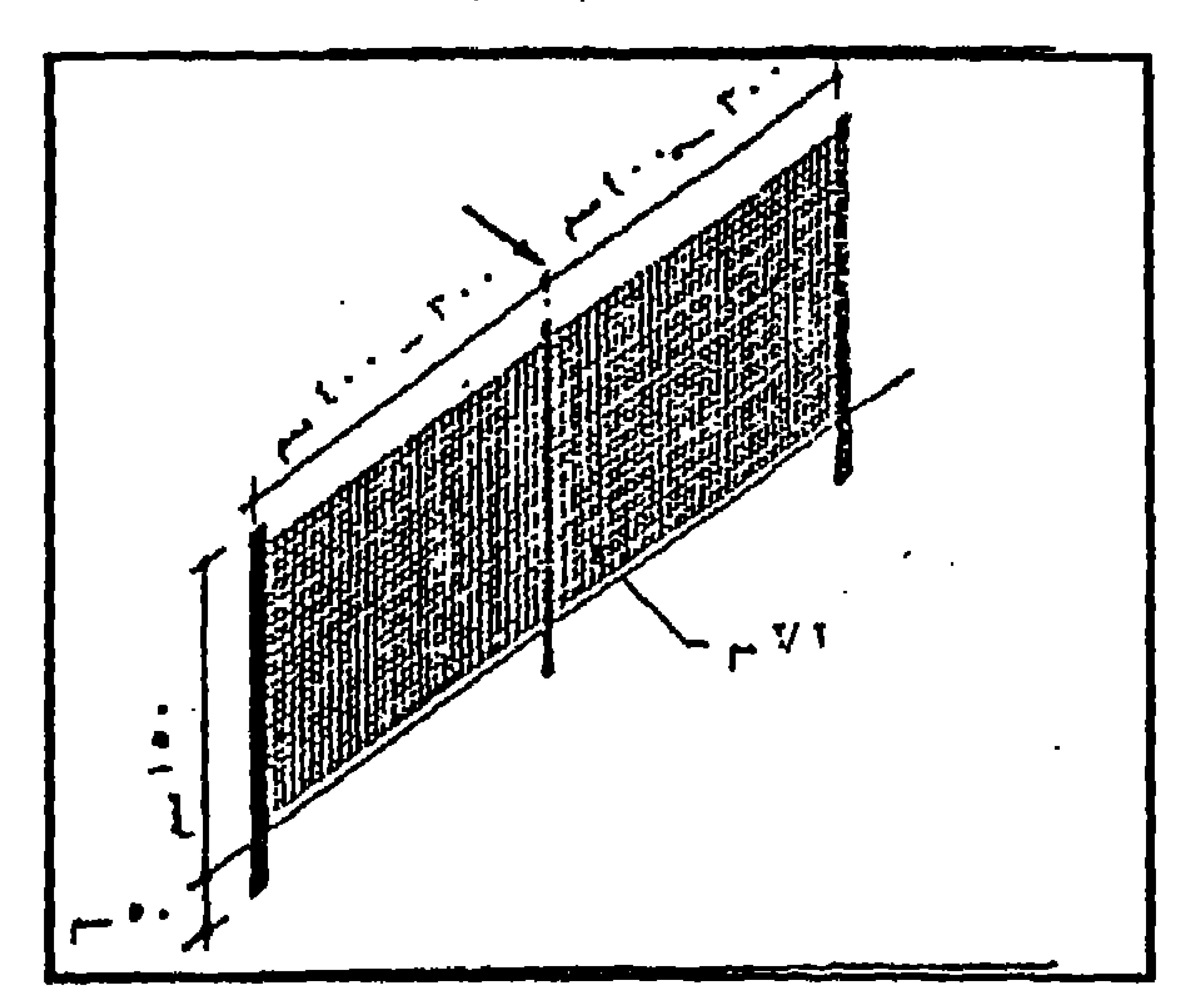
د- المصاطب السلمية Step terraces

هـ - مصاطب الري : Irrigation terraces



تأثير مصدات الرياح على حركة الهواء

شكل (٩٣أ)



استخدام الشباك كمصدات للرياح لمقاومة زحف الرمال

شكل (٩٣ب)

رابعاً : صيانة التربة من الأخاديد : يمكن التحكم فى مظهر الأخاديد عن طريق زرع النبات الطبيعى بها وهذاهو المفضل، حيث يحمى النبات التربة من الأمطار وتصادمها مع التربة مباشرة، وتقلل النباتات من سرعة اندفاع المياه فوق التربة وتقلل من حمولة المياه الجارية بالرواسب.

والجانب الآخر لصيانة التربة من نحت الأخاديد هو ما يعرف باستصلاح الأخاديد Gully Reclamation، ويتم ذلك بعد سقوط الأمطار، حيث يمكن بذر البذور والتى تنمو نباتاتها بسرعة، ومن أمثلتها الشعير والذرة والقمح وذلك لوقف عملية النحت.

خامساً : طريقةالتعامل مع الأرض: وتنقسم إلى الصيانة البيولوجية للأرض والحراثة الكنتورية و**صيانة التربة بالطرق البيولوجية** تكون عن طريق صيانة الأرض التى يتم حرثها لأغراض الزراعة.حيث تصبح الميكنة الزراعية ذات إنتاج عالى فى ظل وجود مطر جيد أو التحكم فى النحت بالرياح. وقد حدث ذلك فى الولايات المتحدة والبرازيل (فى الجنوب) وفى استراليا.

سادساً : تحسين خواص التربة : حيث أن التربات الملحية والتى تأثرت بدرجة ما بالتملح وأصبحت حساسة للتصحر فإنه يمكن التحكم فى ملوحة التربة عن طريق غسل التربة من الأملاح الموجودة تحت جذور النبات.

سابعاً : تثبيت الكثبان ووقف الزحف الرملى :

هناك عدة طرق لمواجهة مشكلة الزحف الصحراوى وهجرة الكثبان الرملية ومن هذه الطرق :

(١) تثبيت الكثبان (٢) التحكم فى حركة الرمال (٣) إنشاء الأحزمة الخضراء (٤) تسوية الكثبان (٥) زراعة الكثبان.

❖ **تثبيت الكثبان** : وهى طريقة يتوجه إليها المهتمون تلقائياً فى حال ظهور مشكلة زحف رمال على الطرق وعلى الأراضى الزراعية والعمران. ومن خلال دراسة ميخائيل بتروف M. Petrov لهذه المشكلة يمكن عرض بعض جوانب

اتجاه الانحدار

اتجاه ميل المدرج

اتجاه ميل المدرج

اتجاه الانحدار

(أ) مصاطب مستوية

(ب)مائلة مع الانحدار

(ج)مائلة عكس الانحدار

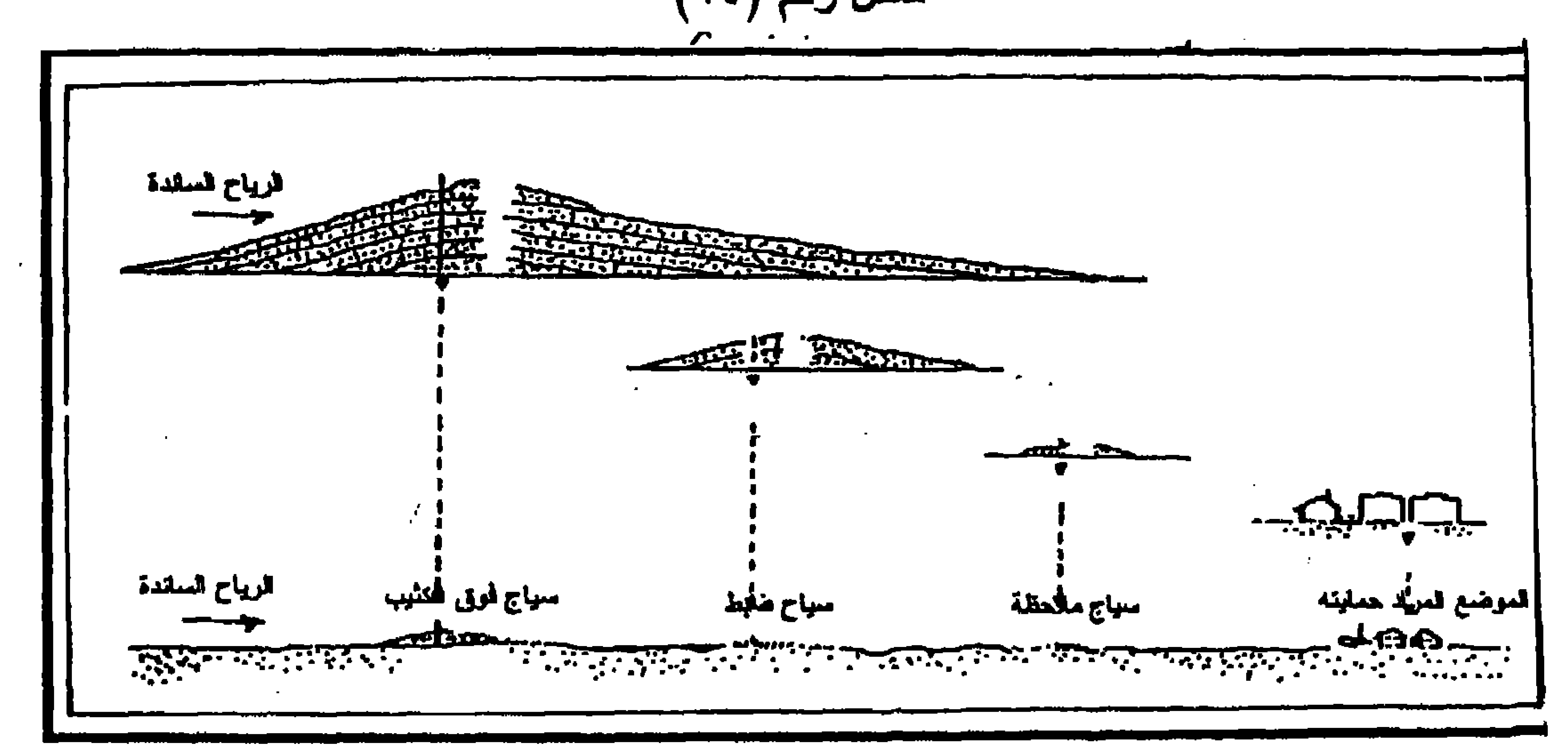
(د)مصاطب سلمية

(هـ) مصاطب الري

المصدر : Hudson, 1987

أنواع المدرجات لحماية التربة من الانجراف

شكل رقم (٩٤)



المصدر : أيرستاين،١٩٨٣

نظام سياجات الحماية من هجرة الكثبان

شكل رقم (٩٥)

تثبيت الكثبان الرملية المتحركة عن طريق حساب كمية تساقط الأمطار:

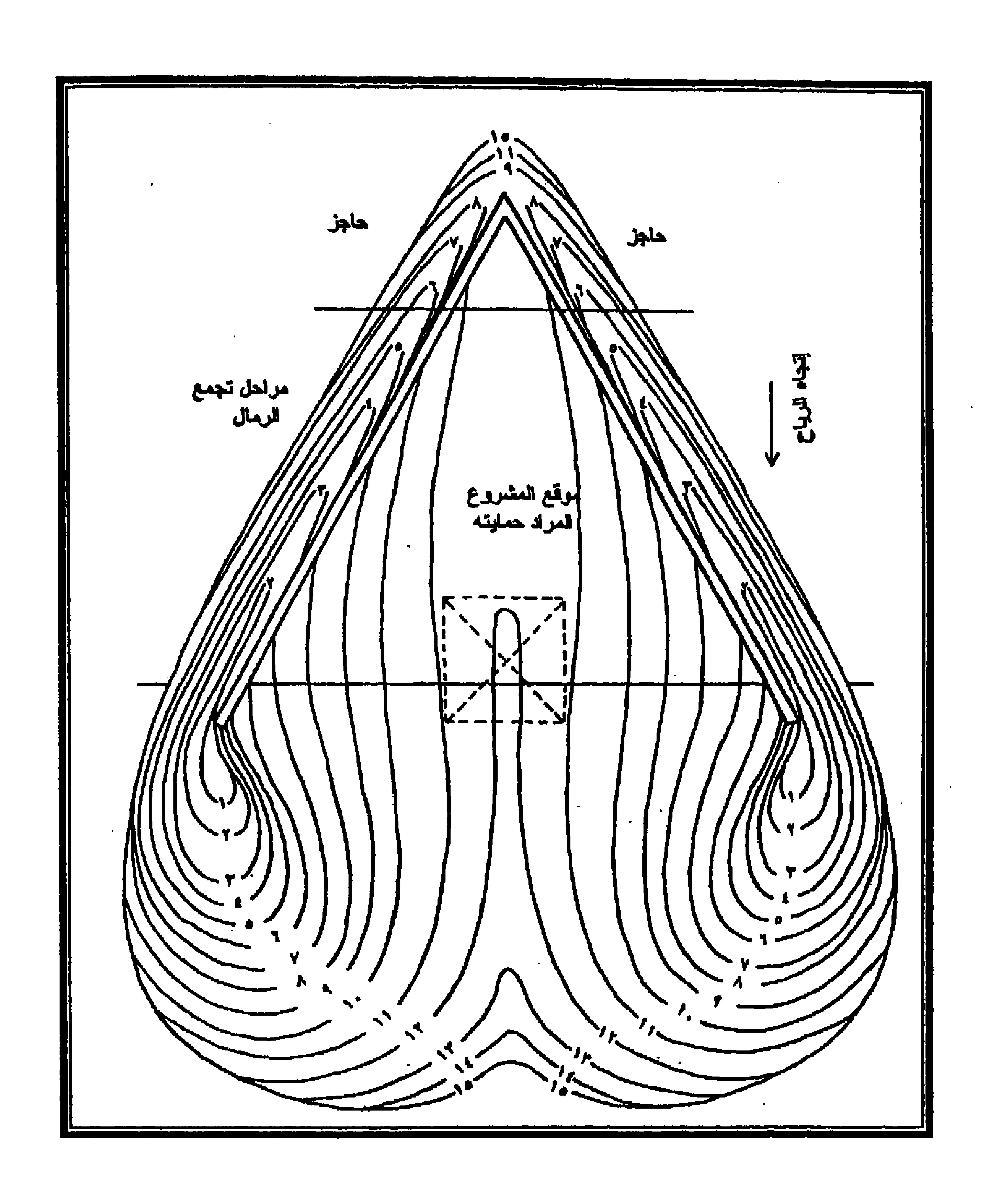
- ❖ إذا بلغتُ كمية التساقط ٢٥٠ مم، والتبخر ١٦٠٠ مم فإنه يمكن زراعة وتشجير مناطق الكثبان بأنواع شجرية من نوع Mesophyllic psammophytes.
- ❖ وإذا كانت الأمطار محدودة وتتراوح بين ١٠٠-٢٥٠مم والتبخر كبير ويصل إلى ٢٣٠٠ مم فيمكن استخدام الحشائش والأعشاب المقاومة للجفاف.

وقد تستخدم مواد أخرى لصناعة سياجات تعوق تقدم وهجرة الرمال، مثال ذلك ما يستخدم فى الأحساء بالمملكة العربية السعودية من مواد سعف النخيل من مختلف الأحجام لتثبيت الكثبان وصيانة التربة، وهى وسيلة زهيدة الثمن وقليلة التكلفة (Al-Jaloud & Hussain, 1994, p.43).

(١) **تغيير اتجاهات الكثبان** : وذلك عن طريق عمل أسوار أو بناءات أو أية صورة تعوق تقدم الكثبان فى محورها العام، بحيث تتم حماية أهداف بشرية معينة من تقدم الكثبان نحوها وحمايتها من التدمير أو الردم. ومن أمثلة ذلك أنماط الحواجز التى تصمم من النوع الخطى المتعامد على اتجاه هجرة الكثبان. وهناك نوع على شكل حرف V كما هو موضح فى شكل (٩٦) والذى يؤدى إلى إنقسام فى الرياح وبالتالى فى حمولة الرياح من الرمال، فتبدأ فى التراكم على جانبى الحواجز المكونة لحرف V.

(٢) **تدمير وتسوية الكثبان**: يمكن تدمير الكثبان عن طريق تسويتها Paving أو عن طريق إحداث قطع فيها فيما يشبه الخندق Trenching وذلك باستخدام الآلات الميكانيكية (البلدوزر) وتكون الخنادق محفورة إما بشكل عرضى على محور الكثبان أو بحفر خنادق طولية فى جسم الكثيب الرملى، ويؤدى ذلك إلى تدمير نظام الكثيب وشل حركته (Kerr & Nigra, 1951, p.32).

(٣) **زراعة أسطح الكثبان** : وتعتبر هذه الطريقة من طرق صيانة التربة من جهة ووقف زحف الرمال من جهة أخرى وتعرف هذه الطريقة باسم "التحسين النباتى Phytomelioration". وفى روسيا طبقت هذه الطريقة الميكانيكية،



نظام تصميم حماية موقع
أو مشروع من زحف الرمال
شكل رقم (٩٦)

وكانت الزراعة مركبة من دروع من الحشائش والأعشاب، ونفايات بترولية لتثبيت الرمال. وقد تحولت آلاف الهكتارات بطرق تكسير ومنع حركة الرمال السابق ذكرها إلى غابات جيدة.

(٤) تأسيس الأحزمة الخضراء **Green belts** : تعتبر الأحزمة الخضراء طريقة تقليدية لصيانة التربة والحماية من هجمات الكثبان الرملية، والجديد فيها هو التنفيذ الدقيق والناجح لها فى المناطق التى تستحق عملها. وقد طبقت هذه الطريقة حول مدن كثيرة فى العالم سواء فى روسيا أو أمريكا وألمانيا وليبيا وافغانستان وذلك لحماية المنشآت السكنية والترفيهية.

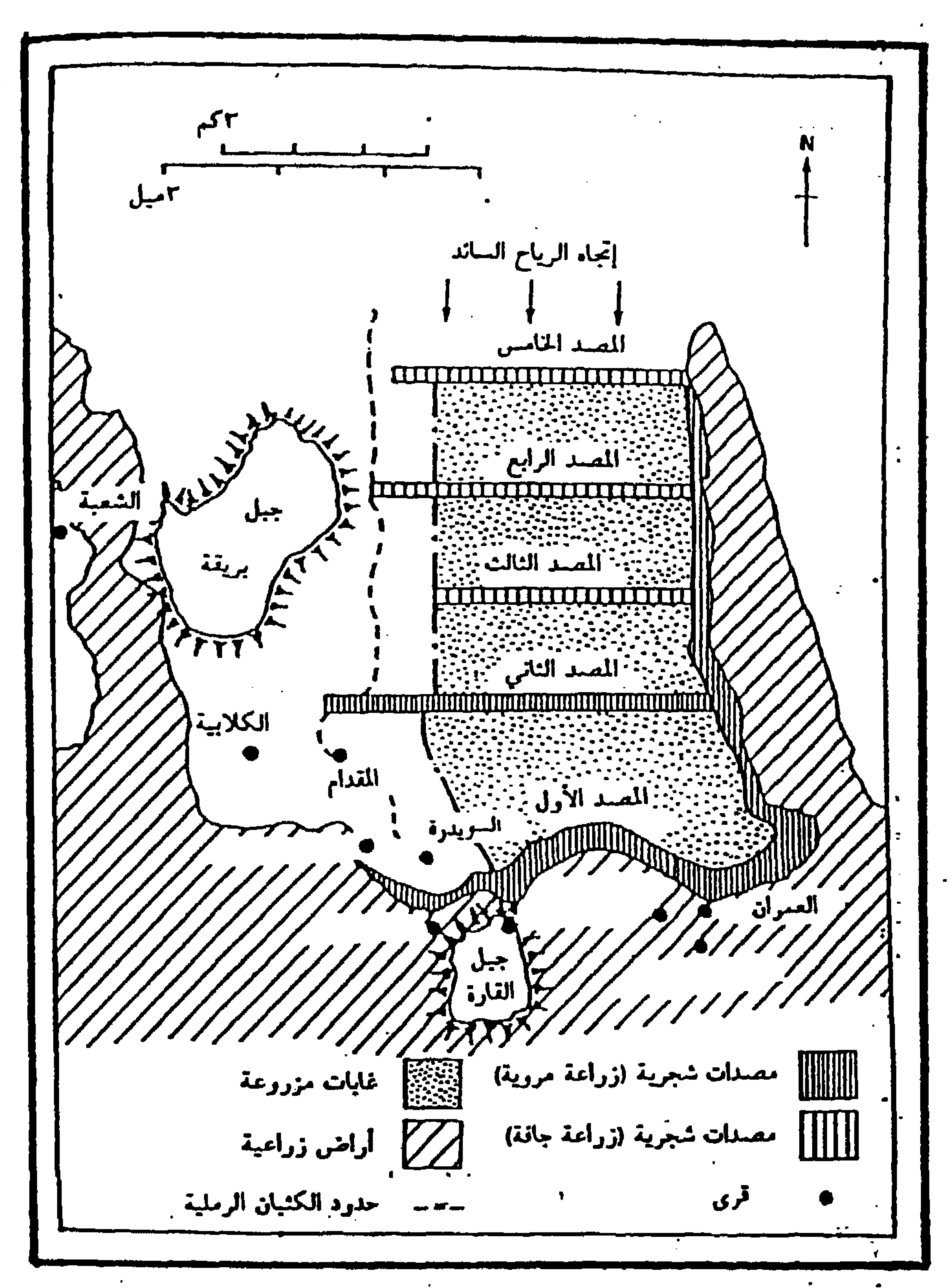
وقد أنشئ فى وسط آسيا أحزمة خضراء فى مناطق الطرق والسكك الحديدية، وقد امتدت أحزمة الوقاية لمسافة تزيد عن ٦٠٠كم، وتغطى مساحة ١٤,٥ ألف هكتار، وكان قد حفرت أخاديد وخنادق على جانبيها للحماية من زحف الرمال عليها (Shlikhter, 1986, 52).

ومن أشهر الأحزمة الخضراء ذلك الذى تم تنفيذه فى منطقة الأحساء حيث بدأت وزارة الزراعة والمياه بالمملكة فى دراسة المشروع عام ١٩٦٢، وأكملت عام ١٩٦٧ ثلاث خطوط دفاعية من الأشجار بعرض ٥٠-١٠٠ متر وبطول ٨ كم وزرع ٦مليون شجرة، وزرع حزامين آخرين عام ١٩٧٥ بنظام الزراعة الجافة، والتى تعتمد على استعمال الرطوبة الأرضية فى الكثبان نفسها، وتزرع عقل الأشجار فوق الكثبان نفسها وبدون تسوية، كما فى شكل (٩٧) (الجبر، ٢٠٠٢، ص٧١).

ثامناً: صيانة المراعى والنبات الطبيعى

تطبق فى عملية صيانة المراعى بعض الخبرات على إدارة المراعى مثلما حدث فى إستراليا والولايات المتحدة، حيث تسمح خطط إدارة المراعى باستخدام أراضى الرعى بكفاءة أعلى. ولكى تتم صيانة المراعى فإن هذا يتطلب صيانة المياه من أجل المراعى، لكى تستخدم فى إطفاء الحرائق باراضى المراعى، وتقليل الجريان السطحى المتسبب فى نحت تربات المراعى.

وهناك طرق أخرى لصيانة المراعى منها :



المصدر: عن: الجبر، ٢٠٠٢

مشروع حجز الرمال بالأحساء

شكل رقم (٩٧)

- تطبيق طرق المخصبات التجارية فى المناطق ذات الاقتصاديات المحدودة.
- عمل حفر ومجارى طولية لتسهيل الجريان السطحى وزيادة فعالية الأمطار.
- إعادة التعمير عن طريق إدخال بعض النباتات الطبيعية الجديدة المختلفة عن الأنواع الأصلية التى تدهورت أو دمرت (Le Houérou, 2000, p.8) مثلما هو الحال فى غرب آسيا وحوض البحر المتوسط.

ويمكن إنشاء المسيجات وذلك لتُطوق المساحات الرعوية المتدهورة أو الحساسة التى تتعرض للتدهور لمنع التعدى عليها. وعلى سبيل المثال أسست المملكة العربية السعودية نحو ٥٥ مسيجاً، مساحاتها ما بين ٢٥٠-٨٧ ألف دونم، بعضها خصص كاحتياطى علفى يفتح للرعى فى سنوات الجفاف (الشوربجى والشريف ١٩٩٤، ص٤٧٨) بالإضافة إلى إنشاء مخازن الأعلاف لتخزين الأعلاف وتوزيعها وقت الحاجة إليها. ومن هنا يمكن تنظيم أعداد حيوانات الرعى، وبالتالى إيجاد أعلاف وتوفير مخزونٍ غذائى يتناسب مع هذه الأعداد.

ومن أشهر المشروعات لحماية المراعى وتوطين البدو ومواجهة التصحر فى البيئة العربية **مشروع الحماد**، وهو مشروع عربى مشترك، يقع فى حوض يعرف بحوض الحماد، ويتوزع على عدة دول هى الأردن والسعودية والعراق وسوريا، ومساحة المشروع نحو ١٦٧ ألف كم٢، خطط له بحيث تقوم كل دولة بتنفيذ الجزء الواقع ضمن أراضيها من مشروع الحوض فى مختلف الجوانب مثل : تسوية الأرض، البحث والتنقيب عن مصادر المياه الجوفية، وبناء البرك الصحراوية، وإنشاء السدود على الأودية الجافة، وهذا المشروع يمثل مشروعاً لمواجهة التصحر بالإضافة إلى تنمية المجتمعات الصحراوية (عبد القادر وأبو على، ١٩٨٩، ص٢١٣).

تاسعاً : تنمية المراعى :

تمثل إقامة العقوم لتجميع مياه الأمطار فى المواضع المنخفضة نسبياً هدفاً لتنمية قطاع اقتصادى يمتد على مساحة كبيرة فى المملكة وهو القطاع الرعوى.

فعملية التحكم فى كميات الأمطار التى تسقط على الأرض وتنتشر بغرض الوصول إلى تشبع التربة بالمياه يعمل ذلك فى النهاية على زيادة الغطاء النباتى وإتاحة الفرصة لتعويض الغطاء الرعوى المتدهور بسبب الجفاف أو لأسباب أخرى بما يحتاجه من مياه، وهذا يساعد على استعادة الغطاء النباتى هيئته وكثافته، والتوسع فى نطاق الأراضى المتاحة للرعى.

عاشراً : صيانة وتطوير النظام الزراعى

تمثل صيانة وتطوير النظم الزراعية جانباً من جوانب مواجهة مشكلة التصحر فى العالم، حيث تتم مراجعة مقدار الفاقد من التربة بالتذرية ومحاولة تقليل هذا المقدار إلى أدنى حد ممكن، ويتم ذلك عن طريق تقليل وإضعاف سرعة الرياح السطحية المؤثرة على التربة، وزيادة مقاومة المواد السطحية للتربة لعملية التذرية، وتتم طرق التحكم فى النحت بعمل طرق لها علاقة بالزراعة وذلك عن طريق تطبيق المركبات الكيماوية والتى يمكن لها أن تزيد من ثبات ومقاومة سطح الأرض لعمل الرياح، كما أن طرق الزراعة وفلاحة الأرض Tillage يمكن أن تقوم بالدورين معاً (Verstappen, 1983, p.354).

ويذكر هدسون (Hudson, 1987, p.25) أن صيانة العملية الزراعية تتطلب التقنية الجديدة فى العملية الزراعية فهماً مبسطاً للتطبيق وأيدى عاملة قليلة أو رءوس أموال قليلة تعطى معدلات نجاح عالية، وبمعنى آخر تعطى عائداً مرتفعاً من الأرض، ومن هذه التقنيات :

أ- التوقيت الزراعى ومعرفة أفضل وقت للعملية الزراعية. ب- الزراعة بالقش الواقى. ج- الزراعة فوق الشبكات التى تعلو عن الارض. د- زراعة خطوط. هـ - اتباع دورات زراعية. و- الزراعة المختلطة والزراعة المحملة. ز-حراثة الأرض وتركها بدون زراعة.ح- الزراعة العميقة على عمق ١٥ سم حتى يسقط المطر بشكل يكفى للنمو النباتى.

ومن طرق تقليل التصحر ترك القش الناتج عن النبات فى موضعه على

السطح مما يغطى سطح التربة المتعطشة ولو جزئياً، وهذا يقلل من سـرعة الرياح فوق التربة، ويحميها من الرياح التى تتصيد الحبيبات، بل يمكـن أن يقوم القش بتصيد حبيبات تحملها الرياح (Verstappen, 1983, p.354).

حادى عشر : تدبير الطاقة البديلة :

تعانى مناطق كثيرة من الأقاليم الجافة والقاحلة من النقص فى مصادر الطاقة، حيث تقل أو تندر المجارى النهرية دائمة الجريان التى يمكن الاعتماد عليها لتوليد الطاقة الكهرومائية، كما أنه تقل الغابات وتكاد تختفى حتى يصبح استغلالها منظماً لأغراض الطاقة، وقد يقل أو ينعدم البترول والغاز الطبيعى مما يؤدى بالسكان إلى قطع الأشجار القليلة النادرة من أنواع الأكاسيا والشجيرات المختلفة لاستخدامها فى أغراض الطاقة، وهذا يؤدى إلى سرعة تدمير وتدهور النبات الطبيعى.

لذا يمكن من خلال خطط التنمية القومية فى الدول التى تقع فى النطاق الجاف والقاحل أو يقع جزء منها به أن تزود السكان بالطاقة من مصادر أخـرى لتلبيـة احتياجاتهم، وذلك عن طريق طاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة النووية.

فالطاقة المولدة بفعل الرياح تتم من خلال إنشاء محطات يتم فيهـا تركيـب دوارات للرياح يحركها الهواء وتنقل الحركة وتحول إلى طاقة كهربائيـة، وهـذا يحتاج لمستوى تقنية وتنمية والمحافظة عليهما، ومن أشهر المواقع التى تولد منهـا الكهرباء من طاقة الرياح تلك التى أسست فى منطقة شرق العوينات فى مصر.

أما المصدر الثانى للطاقة البديلة عن قطع الأشجار والشجيرات فهى الطاقـة الشمسية، حيث يتم بناء ترموستات ومسطحات مستقبلة للأشعة الشمسية، وتحـول هذه الأشعة إلى طاقة تخزن فى بطاريات نهاراً وتدفع عبر الإسلاك للاستهلاك ليلاً سواء للأغراض المعيشية المنزلية والصناعية وتدفئة الميـاه، وتجفيـف الفواكـه والخضروات، وأعمال الطبخ وقلى الطعام أو تحلية المياه حيث نفذ العديد من هـذه المحطات (Mann, 1986).

وعامة تمثل الطاقة الشمسية طاقة رخيصة ونظيفة ومتوافرة بكميات كبيـرة،

ومتاحة للدول الواقعة على خطوط عرض واحدة بالتساوى، وأنها تمثل طاقة دائمة ومتجددة، يمكن استخدامها لتجنيب البيئات الهشة والمتدهورة أسباب التدهور بسبب التحطيب.وقد تم إنشاء محطات عديدة للطاقة الشمسية فى العالم، فى تركمانـــستان وفى مصر وغيرها.

المراجع العربية والأجنبية

١- المراجع العربية :

١- إدارة الدراسات والتخطيط والإحصاء (٢٠٠٥) السلاسل الزمنية للإحصاءات الزراعية في المملكة العربية السعودية خلال ثلاثة عقود (١٩٧١-٢٠٠٤) وزارة الزراعة، وكالة الوزارة لشئون الأبحاث والتنمية الزراعية، الرياض.

٢- اكساد (١٩٨٩) المركز العربى لدراسات المناطق الجافة والأراضى القاحلة، حلقة العمل حول استراتيجية تطوير الموارد المائية تحت ظروف الجفاف، إدارة الدراسات المائية، دمشق، ١٩٩٠.

٣- بترجى، عادل عبد الجليل (١٩٩٢) المياه حرب المستقبل، المملكة العربية السعودية، جدة.

٤- البراك، سعد بن عبد الله (١٩٩٣) خصائص أراضى الأحساء الزراعية، الطبعة الأولى.

٥- بلبع، عبد المنعم ونسيم، ماهر جوجى (١٩٩٩) تصحر الأراضى، مشكلة عربية وعالمية، منشأة المعارف بالإسكندرية، الطبعة الثالثة، ابريل.

٦- بلبع، عبد المنعم، وعطا، السيد خليل (١٩٩٧) الماء : مأزق، ومواجهات، منشأة المعارف، الإسكندرية.

٧- بنت، جون، ج (٢٠٠٣) الكهوف الصحراوية فى المملكة العربية السعودية، هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، الرياض.

٨- بوستيل، ساندرا (١٩٩٢) مياه الزراعة : التصدى للقيود، ترجمة محمد صابر، معهد مراقبة البيئة العالمية وثيقة ٩٣، الدار الدولية للنشر والتوزيع.

٩- تاج الدين، صلاح بن سعد (١٩٨٩) إمكانيات تنمية المراعى الطبيعية فى شمال المملكة العربية السعودية، ندوة : حلقة الدراسات الصحراوية فى المملكة العربية مجالاتها والمهتمون بها، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، ٢١-٢٣ نوفمبر.

١٠- التركمانى، جودة فتحى (١٩٩٢)، موارد المياه فى السودان واستخداماتها البشرية، مجلة بحوث كلية الآداب – جامعة المنوفية، العدد الثامن، يناير ص ص ١٨٣-٢٣٠.

١١- التركمانى، جودة فتحى (١٩٩٤) الأشكال الأرضية شرق صفراء الوشم والمشكلات البيئية التى تتعرض لها، ندوة الدراسات الصحراوية فى المملكة العربية السعودية : الواقع والتطبيق، الجزء الاول، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، ٢ – ٤ أكتوبر.

١٢- التركمانى، جودة فتحى (١٩٩٦) منطقة الحمادة بالمملكة العربية السعودية : دراسة فى جيومورفولوجية الصحارى، رسائل جغرافية، رقم ١٨٨، الجمعية الجغرافية الكويتية.

١٣- التركمانى، جودة فتحى (١٩٩٨)، الإمكانات الطبيعية لتنمية منطقتى شرق الجلف الكبير ودرب الأربعين، ندوة : نحو خريطة جغرافية جديدة للمعمور المصرى، الجمعية الجغرافية المصرية، ١٥-١٦ ابريل، القاهرة.

١٤- التركمانى، جودة فتحى (١٩٩٩) جيومورفولوجية منطقة توشكى وإمكانات التنمية، سلسلة بحوث جغرافية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الرابع، ٢١٨ صفحة.
١٥- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠١) الجغرافيا العامة أصول ومبادئ، دار الثقافة العربية، القاهرة.
١٦- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠٢) جغرافية الأخطار والكوارث الطبيعية، دار الثقافة العربية، القاهرة.
١٧- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠٣) جغرافية الأراضى الجافة والتصحر، دار الثقافة العربية، القاهرة.
١٨- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠٥) أسس الجغرافيا الحيوية والتربة، الطبعة الأولى، جدة، الدار السعودية للنشر والتوزيع.
١٩- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠٥) جغرافية الموارد المائية : دراسة معاصرة فى الأسس والتطبيق، الطبعة الأولى، الدار السعودية للنشر والتوزيع، جدة.
٢٠- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠٦) أسس الجغرافيا البيئية : دراسة معاصرة، الطبعة الأولى، القاهرة، دار الثقافة العربية.
٢١- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠٦) الثقافة العلمية من منظور جغرافى، الدار السعودية للنشر والتوزيع، جدة.
٢٢- التركمانى، جودة فتحى (٢٠٠٩) جغرافية الأراضى الجافة والتصحر، الطبعة الثانية، دار الثقافة العامة، القاهرة.
٢٣- الجبر، محمد عبد اللطيف (٢٠٠٢) الوضع الزراعى فى واحة الأحساء، عرض للتنمية، الطبعة الأولى.
٢٤- الجميلى، مشعل محمود فياض (٢٠٠٢) وادى درنة فى صحراء الجماهيرية الليبية : دراسة هايدرومورفومترية، جامعة الأنبار (تحت الطبع) ١٩ صفحة.
٢٥- الجهاز المصرى الفنى لمياه النيل، تصرفات النيل فى المحطات المختلفة، وزارة الرى، الجيزة، بيانات غير منشورة.
٢٦- الحمدان، عبد الله الفضل (١٣٩٦هـ)، تكوين الصحارى، الندوة العلمية عن الصحراء : أخطارها وإمكانية استغلالها، الجمعية السعودية لعلوم الحياة، جامعة الرياض، المملكة العربية السعودية، ص ص ٥-٢٦.
٢٧- الزعارير، أسامة عبدالله (١٩٩٥) موارد المياه السطحية فى حوض وادى الوالا، رسالة ماجستير مقدمة إلى الجامعة الأردنية، غير منشورة.
٢٨- الزوكة، محمد خميس (١٩٧٤) مصادر المياه والنشاط الاقتصادى فى منطقة القصر، المجلة الجعرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد السابع، السنة السابعة،

القاهرة.
٢٩- السعد، فيصل عبدالله، ماء الرئ وإنتاج المحاصيل فى المملكة العربية السعودية، شـركة الطباعة العربية للسعودية، العبيكان، الرياض.
٣٠- السقا، عبد الحفيظ (١٩٩٨) الجغرافيا الطبيعية للمملكة العربية السعودية، جـدة، مكتبـة كنوز المعرفة.
٣١- الشريف، عبده قاسم (١٩٨٩)، دور وزارة الزراعة والمياه فى تنمية وإعمار الـصحراء فى المملكة العربية السعودية، حلقة الدراسات الصحراوية فى المملكة العربية السعودية : مجالاتها والمهتمون بها، مركز دراسات الصحراء، جامعـة الملـك سـعود، ٢١ - ٢٣ نوفمبر.
٣٢- شطا، عبده على (١٩٩٤) المياه ومستقبل المناطق القاحلة والدروس والمستفادة من بعض دول العالم العربى، ندوة الدراسات الصحراوية : الواقع والتطبيق، الجزء الأول، مركـز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، الرياض.
٣٣- شعث، بسام أحمد (١٩٨٩) دراسة تأثير زحف الرمال على المناطق الترفيهيـة بواحـة الأحساء، حلقة : الدراسات الصحراوية فـى المملكـة العربيـة الـسعودية : مجالاتهـا والمهتمون بها، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملـك سـعود، ٢١ - ٢٣ نـوفمبر، الرياض.
٣٤- الشمرانى، صالح على عبد الرحمن (١٩٩٤) وسائل حفظ التربة من الانجراف فى إقلـيم السراة جنوب غربى المملكة العربية السعودية، ندوة الدراسات الصحراوية فى المملكـة العربية السعودية : الواقع والتطبيق، الجزء الأول، مركز دراسات الـصحراء، جامعـة الملك سعود، ٢ - ٤ أكتوبر.
٣٥- الشوربجى، مصطفى أحمد والشريف، عبده قاسم (١٩٩٤) نـدوة دراسـات الـصحراء بالمملكة العربية السعودية : الواقع والتطبيق، مركز دراسات الصحراء، جامعـة الملـك سعود، الفترة من ٢-٤ أكتوبر.
٣٦- الطاهر، عبد الله أحمد سعد (١٩٩٩)، الأحساء دراسة جغرافية، الطبعة الأولى.
٣٧- الطخيس، على بن سعد (١٩٩٣) التصحر وتجربة وزارة الزراعة والمياه فى مكافحتـه ومعالجة آثاره، ورقة عمل مقدمة لندوة التصحر واستصلاح الأراضى فى دول مجلـس التعاون لدول الخليج العربية، البحرين، ٢٤ - ٢٧ نوفمبر.
٣٨- طلبة ، شحاته سيد أحمد (٢٠٠٢)، مناخ المدينة المنورة وآثاره الاقتصادية، دراسة علمية محكمة، نادى المدينة، المنورة الأدبى، الطبعة الأولى.
٣٩- عبد الرحمن، سمير محمد حسن (١٩٩٧)، بعض ملامح الموارد الطبيعيـة والأرضـية لشلاتين وأبو رماد وحلايب، ندوة التنمية الزراعية لمنطقة جنوب الوادى: آفاق التخطـيط

وتحديات التنفيذ، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى، مركز بحوث الصحراء، ص ص ٦١ – ٧٠.

٤٠- عبد الفتاح، محمود (٢٠١٠) مناخ شرقى دلتا النيل وآثاره البيئية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة، غير منشورة.

٤١- عبد القادر، حسن وأبو على، منصور حمدى (١٩٨٩) الأساس الجغرافى للتصحر، دار الشرق للنشر والتوزيعن عمان، الأردن.

٤٢- عثمان ، مصطفى تورى (١٩٨٣) الماء ومسيرة التنمية فى المملكة العربية السعودية، جدة.

٤٣- عياد، محمد عبد الجواد، والضرير، سلامة محمد (١٩٩٤) الحفاظ على الأراضى الحدية، ندوة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية : الواقع والتطبيق، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، الرياض، الجزء الأول ٢-٤ أكتوبر، ص ص ١٤١-١٧١.

٤٤- فايد، يوسف عبد المجيد (١٩٨٥) ماذا بعد الجفاف فى افريقية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد العشرون، السنة العشرون.

٤٥- القين، عبد البر بن عبد الله (١٩٨٩) الجفاف فى المملكة العربية السعودية، حلقة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية : مجالاتها والمهتمون بها، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، ٢١ – ٢٣ نوفمبر.

٤٦- الكيالى، لمياء فوزى (١٩٦٦)، السكان وموارد المياه فى ليبيا، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة القاهرة، الجزء الأول.

٤٧- المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة (١٤١٩هـ) التقرير السنوى ، سنوات مختلفة، الرياض.

٤٨- محسوب، محمد صبرى، والتركمانى ، جودة فتحى (٢٠٠٠)، الموارد الاقتصادية : دراسة جغرافية ، مكتبة الشباب، القاهرة.

٤٩- محمد، حسن إلياس (١٩٨٩) مشروع سد بيشة : دراسة حول الأثر الطبوغرافى والهيدروليكى لاستغلال مياه السيول فى التنمية الزراعية والأعمار، حلقة : الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية : مجالاتها والمهتمون بها، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، ٢١ – ٢٣ نوفمبر، الرياض.

٥٠- محمد، حسن الياس (١٩٨٩) مشروع سد بيشة، ندوة : حلقة الدراسات الصحراوية فى المملكة العربية السعودية، مجالاتها والمهتمون بها، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، ٢١-٢٣ نوفمبر.

٥١- محمد، محمد أبو العلا (١٩٩٢) الجفاف وأثره على البيئة والإنسان فى نطاق الساحل بافريقية، معهد البحوث والدراسات العربية، سلسلة الدراسات الخاصة رقم ٥٦، القاهرة.
٥٢- محمدين، محمد بن محمود (١٩٨٩) النمط الكمى والزمانى لأمطار الرياض، حلقة الدراسات الصحراوية فى المملكة العربية السعودية : مجالاتها والمهتمون بها، مركز دراسات الصحراء، جامعة الملك سعود، ٢١-٢٣ نوفمبر ، الرياض.
٥٣- مصلحة الإحصاء العامة (١٩٩٠، ٢٠٠٠)، الكتاب الإحصائى السنوى، وزارة المالية والاقتصاد الوطنى، العدد السابع والعشرون والعدد السادس والثلاثون، المملكة العربية السعودية.
٥٤- مصلحة الإحصاءات العامة، الكتاب الإحصائى السنوى، وزارة الاقتصاد والوطنى، أعداد مختلفة، المملكة العربية السعودية.
٥٥- النافع، عبد اللطيف حمود (١٩٩٨) الأقاليم الجغرافية النباتية فى شبه الجزيرة العربية، رسائل جغرافية، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، عدد ٢٢٣ ديسمبر.
٥٦- الهيئة العامة للإرصاد وحماية البيئة (٢٠٠٢) تقرير مراقبة الجو، المركز الوطنى للأرصاد والبيئة، المركز الإقليمى لمراقبة الجفاف والإنذار المبكر، الإصدار العاشر، الرياض.
٥٧- الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعذينية (١٩٩٤)، سيول نوفمبر ١٩٩٤، رقم ٢ محافظة البحر الأحمر، وزارة الصناعة والثروة المعدنية.
٥٨- والطون، كينث (١٩٧٨)، الأراضى الجافة، ترجمة على عبد الوهاب شاهين، دار النهضة العربية، بيروت، لبنان.
٥٩- وزارة الاقتصاد والتخطيط (٢٠٠٤)، الكتاب الإحصائى السنوى، مصلحة الإحصاءات العامة، العدد الأربعون، الرياض.
٦٠- وزارة الزراعة (٢٠٠٥) الكتاب الإحصائى الزراعى السنوى على مستوى المديريات العامة لشئون الزراعة بالمناطق، وكالة الوزارة لشئون الأبحاث والتنمية الزراعية، بإدارة الدراسات والتخطيط والإحصاء، المملكة العربية السعودية، الرياض.
٦١- وزارة الزراعة والمياه (١٤٠٤هـ) الواحة الزراعية، مجلة دورية، هيئة إدارة وتشغيل مشروع الرى والصرف، السنة ١٦، العدد ٣ ، ٤ .
٦٢- الوليعى، عبد الله ناصر (١٩٩٧) الجغرافيا الحيوية للمملكة العربية السعودية، الطبعة الثانية، الرياض.

٢- المراجع الأجنبية :

63- Al-Ajmi, D. et al. (1993), Impact of the Gulf War and Related activities of Kuewait's Desert Environment with Emphasis on Eolian Processes, Desertification and Land reclamation in TheG.C.C. Countries, Arabian Gulf University, Bahrain, 22-25 November. pp.1-32.

64- Al-Ajmi, D. et al. (1994) Strategy of Mobile sand Control in Kuwait, Symposium on Desert Studies in The Kingdom of Saudi Arabia "Extant & Implementation" English Section, vol.3, pp.137-151.

65- Al-Jaloud, A.A. & Hussain, G. (1994), Management Alternative to Minimiz Desertification in Saudi Arabia in Symposium on Desert Studies, vol.3, pp. 29-48.

66- Bader, T.A. (1994), Hazards of Sand Drifting in Saudi Arabia, Symposium on Sesert Studies in the King of Saudi Arabia, vol.3, 2-3 Oct., pp.113-135.

67- Bagnold, B.R.A. (1951), Sand Formations in Southern Arabia, Geogr, Jour., Vol. CXVII, Part 1, March, pp. 78-85.

68- Beadnell. H.J.L.(1911). The Sand-Dunes of the Libyan Desert. Geogr, Jour., pp. 379-395.

69- Biswas, M.R. & Bisswas, A.K. (1980),Desertification, Pergamon Press, Oxford.

70- Blackwelder, E. (1933). Lake manly: An Extinct Lake of Death Valley, Geogr. Review. pp.464-471.

71- Boyce, R.R. (1982), Geographic Perspectives on Global Problems : An Introduction to Geography, John Wiley & Sons, New York.

72- Brurton, J. et al. (1993) The Environment as Hazard, Second ed., The Guilford Press, New York.

73- Bryan, K. & La Rue, EC. (1927), Persistence of Features in An Arid Landscape: The Navajo Rwins, Utah, Geogr. Review, pp. 251-257.

74- Bryant, E. (1991) Natural Hazards, Cambridge University Press, Sydney.

75- Buckley, R. (1985). Development in the Central Australian And Zone Current Assessment, Journal of Arid Environments, 8, pp.173-189.

76- Carbognin L. (1985) Land Subsidence : A Worldwide Environmental Hazard, Nature and Resouces, Unesco, Vol. XXL, No.1, Janu-March.

77- Chapman. R. (1971), Climatic Changes and the Evolution of Landforms in The Eastern Province of Suadi Arabia, Geol. Soc. Am. Bull,, Vol. 82, pp.2713-2728.

78- Chaudhary. Sb. et al. (1994) Understanding Desertification in Saudi Arabia, Symposium on Desert Studies in the Kingdom of Saudi Arabia "Extent & Implementation' English Section, Vol.3, 2-3 Oct. pp.9-28.

79- Chu, Ch.Co. (1926), Climatic Fulsations During Historic Time in China, Geogr. Review, pp. 214-282.

80- Clapp. F.G. (1926); In "The North West of Australia" "Geogr. Review, pp.206-230.

81- Coates. D.R.Enviromental Geomorphology Perspectives, in : Frazier. i.W. (ed), Applied Geography, Selected Perspectives, Prentice-Hall, pp.139-169.

82- Council For Agricultural Science And Technology (2009), Water, People, and The Future : Water Availability The Future: Water Availability For Agriculture in The United States, CAST, Issue Paper, N.44.

83- De Martonne, E. (1927), Regions of Interior —Basin Drainage, Geogr. Review, pp. 397-414.

84- Development (1986), Water Resources of The World, Special Issue, June, pp. 33-36.

85- Dixey. F. (1966) Water Supply, Use and Management, in Hills, ES. et al.. Arid Lands. UNESCO, Paris.

86- Dregne, H.E. & Tucker, C.J.(1988) "Desert Encroachment", Desertification Control Bulletin. United Nations Environment, No.16, pp.16-19.

87- Dregne, HE. (1986) "Magnitude and Spread of the Desertification Process", in UNEP Arid Lands Development and the Combat Against Desertification An Integrated Approach, USSR Commission for UNEP, Moscow, pp. 10-16.

88- Eldridge. Di. & Squires V.K.. (2002), Etimating Pastoral productivity of semiarid Rangland in Northern Shaani Province, China, Using an Environmental Resources Assessment and Management, Arid Land Research and Management, Vol.16, No.1, pp.37-45.

89- El-Etr, H. et al. (1994) Application of the Remote Sensing Techniques and Gis in A study of The Effect of Geology of the Roads Network in The United Arab Emirates, in Symposium on Desert Studies in the Kingdom of Saudi Arabia "Extant and Implementation" English Section, Vol.3. pp.497-509.

90- Embabi, N.S. (1998) Sand Seas of the Western Desert of Egypt Quaternary Desert and Climatic Change Rotterdam, pp. 495-509.

91- FAO (1984) Agro climatology.
92- FAO. (1970), Final Report on The Results Obtained at the Qatif Experimental Farm, Mush, Vol.1, Main Report.
93- Faraggitaki. MA. (1985), Desertification by Overgrazing in Greece: The Case of lasvos Island, lour. Of Arid Environments Vol.9, No.3, pp.287-242.
94- Freise. P.W. (1938), The Drought Region of Northeastern Brazil, The Geogr. Review, pp. 363-378.
95- Fuentes. ER & Compusano C., (1985). Pest outbreaks and Rainfall in Semi-Arid region of Chile, Jour. of Arid Environments, Vol.8, pp.67.
96- Fuller, M.L. (1922) Some Usual Erosion Features in The Loess of China, Geogr. Review, Vol.XII, pp.570-583.
97- Furon, R., The problem of Water: A world Study, Faber and Faber LTD. London.
98- Gasperetti, D.L. et al. (1985), "The Carnivora of Arabia", in : Buttrker, W. & Krupp, F. editors, funa of Saudi Arabia, vol.7, Natural History Meseum, Basle.
99- Gautier, E.F. (1926). The Ahggar Heart of the Sahara, Geogr. Review, Vol. XVI, pp. 378-394.
100- Gishler, C.E. (1976) "Hydrology of the Sahara" in : Can Desert Encroachment Be Stopped? Ecological Bulletins, No.24.
101- Glantz, M. H. Desertification, Westview Press, Boulder, Colorado.
102- Glantz, M. (1987) "African Drought and its impact : revived interest in a recurrent phenomenon" Desertification Control Bulletin, No.14.
103- Goudie, A. S. (1978), Dust Storms and their Geomorphological implications, Jour. Of Arid Environments. No.1, pp. 291-310.
104- Gregory. J.W. (1915), Deserts, Scottish Geogr. Mag.
105- Guibaut, A. (1944), Exploration in the Upper tung Basin, Chinese-Tibetan Borderland, Geogr. Review. pp.387-404.
106- Gurjar, R.K. & Jat, B.C. (2008), Geography of Water Resources, Rawat Publications, New Delhi.
107- Heath Cote, R.L. (1980). Perception of Desertification on the Southern Great Plains: A Preliminary Enquiry in : Heathcote, R.L, Perception of Desertification, UNEP, No.190, United Nations University, TOKYO, Japan, pp. 34-59.
108- Hemida. I.M. (1970), "The Nubian Artesian Basin", The Journal of Hydrogeology. Durham, Vol.9, No.2.
109- Higgins, G.M. et al. (1974), The Sands of thal: Wind regimes and Sand Ridges Formations, Z. Geomporpholo. N.F., I.8, 3 Sept., pp. 272-290.

110- Hils, E.S. et al. (1966), Geomorphology, In: Arid Lands, UNESCO, Paris, pp.53-76.
111- Hodges, C.N. et al. (?) Plastic Oases for Arid Seashores, in.: Coastal Deserts : Their Natural and Human Environments, Amiran, D.H.K. & Wilson, A.W., The University of Arizona Press, Tuscon, Arizona, pp. 55-61.
112- Holechek, et al. (2000), Natural Resources, Ecology, Economic, and Policy, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.
113- Hudson. NW. (1987). Soil and Water Conservation in semi-arid areas. FAO. Soils Bulletin. No.57.
114- Hudson. NW. (1987). Soil and Water Conservation in semi-arid areas. FAO. Soils Bulletin. No.57.
115- Jamis, P.E. (1926), Iquique and the Atacama Desert, Scottish Geographical Magazine.
116- Karrar. G. & Stiles D, (1984), The Global Status and Trend of Desertification Jour. Of Arid Environments, Vol.7, pp. 309-312.
117- Keller, E. A. & Bldogett, R.H. (2008) Natural Hazards, 2nd ed., Prentice Hall, U.S.A.
118- Kerr, R.C. & Nigra, 1.0(1951), Analysis of Eolian Sand Control, Arabian American Oil Company. New York, August.
119- King, H. Harding, (1918), Study of A dune Belt, Geogr. Review, Vol. LV, No.1, pp. 16-33,
120- Kovda, V.A. (1980) Land Aridizations and Drought Control, Westview press, Boulder, Colorado, U.S.A.
121- Kumm, K.W. (1911), From Hausaland to Egypt, Scottish Geogr. Mag., Vol. XXVII, pp. 225-242.
122- Lamprey, HF. (1988) Report on the Desert Encroachment Reconnaissance in Northan Sudan 21 October to 10 November 1975, UNE, P. Desertification Control Bull. No.17, pp.1-7.
123- Le Houérou, H.N., (1976) "Can Diesetization Be Helted?", in FAO Conservation in Arid and Semi-Md Zones, MO Conservation Guide; No.3, Rome.
124- Le Houérou (2002) Man-Made Deserts : Diesetization Processes and Threats, Arid Land Research and Management. Vol. 16, No.1, pp. 1-36.
125- Le Houérou, FIN. (1992), Climatic Change and Decartelization, Environment and Development, Impact, No.166, p.183-201.
126- Le Houérou, H.N. (2000) Restoration and Rehabilitation of Arid and Semi- arid Mediterranean Ecosystems in North African And West

Asia A Review,,Arid Soil Research and Rehabilitation, Vol. 14, No.1, pp. 3-14.

127- Le Houérou, H.N.,(1976) "Can Dieselization Be Helted?", in FAO Conservation in Arid and Semi-Arid Zones, MO Conservation Guide; No.3, Rome.

128- Le Houérou. H.N., (1977) "The Nature and Causes of Desertization in Glantz, M.H., ed., Desertification Environmental Degradation and Around Arid Lands, Westview Press, Boulder, Colorado, p. 17-38.

129- Ledden, F.V. (1975) Water Resources of the World, Selected Statistics, New York.

130- Mabboutt. J.A., (1986), Desertification in Australia. in: UNEP, Arid Land Development and Compact Against the Desertification : An Integrated Approach Moscow, pp. 101-109.

131- Mabbutt, J.A. & Floret C. (ed.) (1980) Desertification in the oglat Nerteba Region. Tunisia, in UNEP, Unesco, Case Studies On Desertification, Paper No.I, United Kingdom, pp.1-47.

132- Macdougal, D.T. (1912), Some physical and Biological features of North American Deserts. The Scottish Geogr. Mag., pp. 450-456.

133- Madigan, C.T. (1936). The Australian sand-Ridge Deserts , Geogr. Review, Vol.XXVIII, pp. 205-227.

134- Manaenkov. AS. (1996), Agriculture use of sand lands in the Arid zone of southeastern Russia, problems of Desert Development, No.5, pp. 53-56.

135- Mandel, Sh. (1977), The Overexploitation of Groundwater Resources in Dry Regions, in : Mandlak, Y. & Singer, S.F., Arid Zone Development : Potentialities and Problems, Ballinger Publishing Company, Cambridge.

136- Mann. H.S. (1986). Arid Land Development in South Asia, in: Arid land Development and The Combat Against Desertification : An Integrated Approach, Moscow, pp. 84-87.

137- Margate. I. & Sad, K.F. (1984), "Deep-Lying Aquifers: Water Mines Under The Desert, UNESCO. Nature and Resources, Vol.XX, No.2, April-June.

138- Marsh. W,M. & Grossa, JR., (1996), Environmental Geography; Science, Land use, and Earth Systems, john Wiley & Sons, New York.

139- Mashady, A.S. et al. (1986) Soil Resources and Land Potential For Al-Qasseem Region, King Saudi University, College of Agriculture, Saudi Arabia.

140- Mashbitz, Va. G. (1986). Arid Land Development in latin America.

141- Mckay, G.A. (1978), Uncertanties in the physical world, in : Mohtadi,

M.F. (ed.) Uncertanties in The Physical World, Pergamon Press, Oxford.

142- Millington. A. (1999). Desertiftcation in : Pacione, M., Applied Geography: Principles and practice.

143- Ministry of Agriculture & Water (1968). Qatif Agriculture Improvement Scheme, First Section, General Report. ital Consult, Rome.

144- Mortimore, M. (1987). "Shifting Sands and Human Sarrow" : Social Response to Drought and Desertification, Desertification Control Bulletin, N. 14, Dec.

145- Oliver, I.E. (1981), Climatology Selected Applications, Edward Arnold, London.

146- Petrov. MR (1976), Desert of the World, John Wiley & sons, New York.

147- Qari, M.Y & Shehata, W.M, (1994), Evidences of Desertification in the Western Region of Saudi Arabia, A Remote Sensing Approach, Symposium on Desert Studies in the King of Saudi Arabia "Extant and Implementation" English Section, Vol. 3, pp. 459-465. 2-3 Oct.

148- Saxena. H.M. (1999), Environmental Geography, Rawat Publications, Jaipur and New Delhi.

149- Sdasyuk, G.V. (1986), Desertification in India and problems of Integrated Regional Development. in: Arid land Development and the Combat Against Desertification : An Integrated Approach, Mosco. pp. 87-92

150- Seddom, P.J. et al (1994) Measuring the Impact of Camel Grazing on the Recovery of steppe vegetation The Conflicts between pastoralists and The Conservation of Endangered Wildlife in Symposium on Desert Studies in the King of Saudi Arabia "Extant of Implementation" English Section. Vol. 3, pp. 49-57.

151- Shaw, Ch. F. (1929), Erosion Pavement, Geog. Review, pp. 638-641.

152- Sheridan, D.A (1986), Problems of Desertification of the United States. In: UNEP. Arid Land Development and the combat against the Desertification An Integrated Approach Moscow, pp. 96-100.

153- Shlikhter, SB. (1986), The Rote of Basic Infrastructure in Integrated Development ot' Arid Regions in UNEP, Arid Land Development and The Combat Against Desertification An Integrated Approach. Moscow. pp,48-

154- Silver, J. (2008) Global Warming & Climate Change, McGraw Hill,

New York.
155- Skyes. G. (1927) The Camino Del Diablo: with Notes onaJowneY in 1925, Geogr. Review, pp.62-74.
156- Smith, K. & Petley, D.N. (2009) Enivronmenal Hazards : Assesing riske and reducing disaster 5th ed., Routledge, London.
157- Smith. B. & Warke, P. (1997), Controls and Uncertainties in the Weathering Environment, in Thomas. D.S.G. (ed), Arid Zone Geomorphology, Second ed., John Willey & Sons, New York.
158- Smith. K, (2001), Environmental Hazards; Assessing risk and reducing disaster, third edition, Routledge is an imprint of Taylor & Francis Group, London.
159- Soliman M.M. et al. (1998) Environmental Hydrogeology, Lewis Publishers, Boston.
160- Sykes. G. (1926), The Delta and Estuary of the Colorado River, Geogr. Review, pp. 232-255.
161- Taylor. G.(1933), The Soils of Australia in Related to Topography and Climate, Geoge. Review, pp. 108-I 13,
162- Tennekoon, M.U.A. (1980). Desertification in the Dry Zone of Sri-Lanka, in : Heathcoat R.L., Perception of Desertification, UNEP, No.190, United Nations University. Tokyo, Japan, pp.4-34.
163- Thomas, D.S.G. (1997) edr., Arid zone Geomorphology, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, pp.373-413.
164- Thomas. D.S.G, (1991), Sand seas and eolian bed forms, in: Thomas, D.S. (I (cci), Arid Zone Geomorpho[ogy. Second edition, Gohn Wiley & Sons, New York, pp.373-4 13.
165- Thompson, J.D. (1977) Ocean Deserts and Ocean Oases, in : Glants, M.H., Desertification, Westview Press, Boulder, Colorado.
166- Tivy. T, (1993), Biogeography. A study of plants in the Ecosphere, Third Edition, Longman. New York.
167- Transactions in Arizona (2008), Agriculture Water to Municipal Use, The Legal and Institutional context for voluntary, December 15.
168- Troll. K. (1929), An Expedition to the Central Andes, 1926 to 1928, George Review. pp.234-246
169- United Nations Conference on Desertification, (1977). Desertification: Its Causes and Consequences, Nairobi, Kenya, 29 August to 9 Sept., Pergamon Press, Paris.
170- Valle, HF.. Del et al. (1998), Status of Desertification in Patagonian Research and Rehabilitation, Vol. 12, No.2. April-Jane, pp.95-122.
171- Verstappen, H. (1983), Applied Geomorphology, Elsevier, Amsterdam.
172- Vogg, R. & Wehmeier, E. (1985), Arid Environment and Land

Classification of South Valley, Toshka (Western Desert, Egypt), Jour. Of Arid Environment. Vol.9, pp.1-12.

173- Wallen, C.C (1966). Arid Zone Meteorology, in Hills, E.S. (ed.) Arid lands A geographical Appraisal. UNESCO, Paris, pp.31-50.

174- Wilson. L.G. (1973), Ergs, Sedimentary Geology. 10, pp. 77-106.

175- Young. A. (1998) Land Resources Now and for the future. Cambridge University Press.

176- Young. A. (1998) Land Resources Now and for the Future. Cambridge University Press.

177- Zonn. 1.5. (1986), Land use and Water Resources of Arid Areas in UNEP. Arid Land Development and the Combat Against Desertification. An Integrated Approach, Moscow, pp. 23-33.

٣- المصادر الخرائطية :

١٧٨- أطلس وزارة التعليم العالى ، السعودية ١٩٩٩.

١٧٩- خرائط :

- ١/٥٠٠٠٠ للمنطقة الوسطى (الرياض والقصيم) المملكة العربية السعودية، سنوات مختلفة.
- ١/١٠٠٠٠٠ منطقة الأحساء، وزارة الشئون البلدية والقروية، الإدارة العامة للمساحة والسجل العقارى.
- ١/٢٥٠٠٠٠ مناطق متفرقة للمملكة العربية السعودية.

١٨٠- وزارة البترول والثروة المعدنية، خرائط : الغاط غرب لوحة رقم ٢٢- ٤٤٢٦، الزلفى لوحة رقم ٢١ – ٤٤٢٦، آبار الجرثامة لوحة رقم ١٣-٤٩٢٦، دهيماء لوحة رقم ١٢ – ٤٣٢٥، غرب الدمام لوحة رقم ٢١ – ٤٩٢٦، القطيف لوحة رقم ١٢-٤٩٢٦، المذنب لوحة رقم ٤٤- ٤٤٢٦، مقياس ١/ ٥٠٠٠٠، ولوحة صبيا رقم NE9-38 مقياس ١ / ٢٥٠٠٠٠.

١٨١- وزارة الشئون البلدية والقروية، الإدارة العامة للمساحة والسجل العقارى، مشروع ١٠٧ لوحة رقم ٤٦ ، ٤٧، مقياس ١/١٠٠٠٠.

182- Collins World Atlas (2008) First Publeshed, Harper Collins Publishers Ltd, London.

183- Google Earth

184- Rand McNally (1980) World Atlas, Quick Reference Chicago.

٤- مراجع من الشبكة العنكبوتية

185- http://en.wikpedia.org/wiki/Climate_Of_India.

186- http://G/Prof_Gouda\ChadClimate-GrpahN'Djamena-WeatherOnline.htm. (c)WeatherOnline.Ltd.1999-2010.


187- http://www.climatetemp.info./graph/wetheronnline.htm.co.uk,199-2010.

188- http://www.watherbase.com/warher/region.hph3?refer.

189- http://www.weatherbase.com/search/search.php3?refer=&query=Ahmadabad.

190- http://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=74624&refer=&units=metric.

فهرس الموضوعات



Bibliotheca Alexandrina
0940335